COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME DEUX CENT ET UNIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE **1935**.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1935

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUILLET 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BIOLOGIE FLORALE. — *Sur la duplicature des fleurs de la Giroflée des murailles* (Cheiranthus Cheiri *L.*). Note de M. **Louis Blaringhem.**

Depuis des siècles on décrit et figure deux types de Giroflées des murailles à fleurs doubles, connues en plusieurs coloris, jaune, brun, violet; leur origine est inconnue. Le type à fleurs pleines, stérile, donne à l'intérieur de quatre sépales une houppe de pièces pétaloïdes où il ne reste aucune trace des étamines ni des carpelles; on le multiplie de boutures. L'autre type, dont les Giroflées dites d'Erfurt constituent des races sélectionnées, est obtenu par le semis de graines qui fournissent à la fois des individus soit à fleurs simples soit semi-doubles fertiles, et des individus à étamines pétaloïdes stériles et à ovaires partiellement fertiles; à l'intérieur des quatre sépales, quatre pétales larges s'épanouissent suivis de pièces pétaloïdes surnuméraires, contournées, frisées ou crispées parmi lesquelles

on trouve assez souvent des organes mixtes, pétales couverts partiellement de poches à pollen presque identiques aux étamines normales; ce dernier type n'est pas fréquent dans les cultures et passe difficilement l'hiver sans abri.

Dans mes cultures expérimentales de la Giroflée des murailles, dont le point de départ est une lignée sauvage, ou spontanée, croissant sur les murs schisteux de la Baumette, près Angers, j'ai eu la chance d'obtenir en mars 1930 à la Station Berthelot à Bellevue, un individu strictement femelle par réduction des étamines à l'état de petites protubérances ([1]); fécondé par *Erysimum Cheiranthoïdes* L. plante sauvage très uniforme et commune, toujours à fleurs simples, j'en ai obtenu d'abord 12 plantes femelles durant la première année (F_2), puis deux générations (F_3) et (F_4) cette dernière composée de 142 plantes dont 57, soit plus du tiers, femelles strictes; l'une des femelles, et la seule non seulement du lot mais des générations antérieures, a montré une tendance marquée à la duplicature. C'est une mutation au sens strict du mot, car depuis 1920 aucune Giroflée à fleurs doubles n'a été introduite à la Station; d'ailleurs ses caractères essentiels la classent dans un mode de duplicature inconnu jusqu'ici dans le genre *Cheiranthus*.

K. Gœbel, dans une étude sur la duplicature des fleurs ([2]) n'insiste guère sur la forme à fleurs pleines et stériles, mais décrit longuement et donne le diagramme de la fleur (Pl. XI, *fig.* 12) du type d'Erfürt qui est très clair; à l'intérieur des 4 pétales normaux et larges, il figure des languettes imbriquées et même un tube, pièces pétaloïdes irrégulières, repliées sur elles-mêmes formant une couronne autour de l'androcée et du gynécée, tous deux parfaitement constitués avec deux grosses étamines externes, quatre étamines du verticille interne encadrant l'ovaire. L'auteur insiste sur le fait qu'on retrouve en place la succession des pièces florales, périanthe avec multiplication des pièces pétaloïdes, puis bien distincts androcée et gynécée, qui ne sont pétaloïdes qu'exceptionnellement et pour un petit nombre des fleurs des individus métamorphosés à l'extrême.

Gœbel oppose même ce type de duplicature à celui qu'il a observé, beaucoup plus rarement et je ne l'ai pas vu, chez une autre Crucifère *Hesperis matronalis* L. dont il donne aussi la description détaillée et le

---

([1]) *Comptes rendus*, **193**, 1931, p. 124.

([2]) *Beiträge zur Kenntnis gefüllter Blüthen* (*Jahrb. f. wiss. Botanik*, **17**, 1886, p. 229 et suiv.).

diagramme (Pl. XII, *fig.* 14). Autour de l'ovaire, où l'on reconnaît quatre pièces, sont répartis un grand nombre de pétales, environ 24, imbriqués régulièrement et parmi eux, non pas au contact de l'ovaire mais dispersés, quelques pétales pourvus de poches qui sont des anthères fertiles; enfin vers l'extérieur les quatre pétales normaux et les sépales alternes. Il n'est pas douteux qu'il s'agit ici de la duplicature par métamorphose de l'an-



drocée, compliquée de pétalomanie de cette zone particulière de la fleur, type rencontré fréquemment chez les Papaveracées et les Rosacées, inconnu jusqu'ici chez les *Cheiranthus* et les *Matthiola*. Or, c'est à ce type particulier que je rattache la mutation observée dans ma lignée des *Cheiranthus* femelles, mutation présentée par toutes les fleurs et seulement par les fleurs d'un seul individu parmi 142 en contrôle.

La duplicature fut constatée sur les premiers boutons de la plante vers le 15 mars : boutons épais, ovoïdes, portés sur des pédoncules très courts et caractérisés par le stigmate arrondi faisant saillie bien avant l'anthèse. Après avoir enlevé quatre sépales gibbeux et quatre pétales teintés de jaune ochracé constituant le périanthe normal, j'observai la présence de 12 à 15 pièces décolorées à la base, à limbes très découpés et teintés de jaune pâle comme on le voit sur la figure (à gauche). J'observai de nouveau ma plante le 15 avril et à partir de cette date pollinisai artificiellement chaque semaine les stigmates saillants; les premières fleurs subsistaient

encore, épanouies, difformes avec l'ovaire velu et saillant, les deux lèvres du stigmate bien esquissées en forme de pinces et les pétales bourgeonnant en touffes, découpés et élargis vers l'extérieur, filiformes à onglets blanchâtres vers l'intérieur; il n'y a aucune trace d'étamines, ni même de bourrelets qui auraient pu renfermer quelques grains de pollen (figure à droite); donc la plante est strictement femelle.

Cette répartition des pièces florales se maintint au cours des mois d'avril et de mai, la plante ayant acquis une assez grande vigueur et une vingtaine de ramifications; les ovaires nouèrent régulièrement sous l'action des pollens déposés artificiellement et provenant d'un *Cheiranthus* ou d'un *Erysimum* de la même lignée. En examinant quelques fruits les plus anciens je notai la fertilité réduite, 1 à 4 graines par fruit qui porte l'ébauche d'une quarantaine d'ovules; c'est d'ailleurs le degré de fertilité constaté pour la plupart des individus femelles de ma lignée aberrante.

Nous assistons donc à l'apparition chez *Cheiranthus Cheiri* d'un type de duplicature comparable à celui de *Hesperis matronalis*, par prolifération et pétalisation de l'androcée qui ici reste complètement stérile. L'absence complète d'étamines ou de staminodes à bourrelets est incontestablement liée à la tendance fortement héréditaire vers l'état femelle qui caractérise : la première mutante (1930) et sa descendance (12 plantes femelles) obtenues par pollinisation par *Erysimum Cheiranthoïdes* (F_2), constatée aussi en (F'_3) avec 17 plantes femelles sur 71 plantes et vérifiée en (F_4) avec 57 plantes femelles sur 142 plantes. L'état femelle plus marqué en (F_4) tient sans aucun doute à ce qu'à partir de (F_3) le pollen utilisé pour les fécondations des femelles fut prélevé sur les plantes hermaphrodites de même ascendance, d'abord femelles au début du printemps, donnant du pollen de bonne qualité dans les dernières fleurs. La duplicature ainsi obtenue est donc la manifestation de l'état de mutabilité portant sur tous organes avec un nombre considérable de possibilités; elle me permet de compléter, par un exemple inattendu, la démonstration déjà donnée en 1933 [1] de la diversité de l'*habitus*, ou individualité biologique, des hybrides de Crucifères et en particulier de l'hybride intergénérique *Cheiranthus Cheiri* ♀ × *Erysimum Cheiranthoïdes* ♀.

---

(1) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1850.

THERMODYNAMIQUE. — *Du rendement énergétique des thermo-compresseurs. Définitions et valeurs.* Note [1] de M. **Jean Rey**.

J'ai donné [2] une définition du rendement énergétique du thermo-compresseur, que j'ai appelée rendement total. Il en existe cinq autres parfaitement rationnelles et valables qui, ajoutées à la précédente, feront un total de six définitions.

Dans les quatre premières, on néglige l'énergie cinétique produite par la détente du fluide entraîné, passant de la pression extérieure P à la pression interne p.

D'ailleurs, les deux premières définitions ne tiennent compte que des pressions extérieures à l'appareil, faciles à mesurer p_0, P et p_f.

Thermo-compresseur a deux vapeurs. — *Première définition. Rendement physique extérieur :*

$$\rho = \frac{(1+\beta)(\mathfrak{T}_0)_{P}^{p_f}}{(\mathfrak{T}_0)_{P}^{p_0}}. \tag{6}$$

Dans cette expression $(\mathfrak{T}_0)_{P}^{p_f}(1+\beta)$ représente l'énergie de compression du mélange des deux vapeurs, de la pression extérieure P jusqu'à la pression finale p_f et $(\mathfrak{T}_0)_{P}^{p_0}$ l'énergie de détente du fluide moteur de la pression d'amont p_0 jusqu'à la pression extérieure P. L'énergie de compression s'applique au débit en poids total des deux vapeurs, soit : $1+\beta$.

Deuxième définition. Rendement industriel extérieur :

$$\rho = \frac{\beta(\mathfrak{T}_0)_{P}^{p_f}}{(\mathfrak{T}_0)_{P}^{p_0}}. \tag{7}$$

J'appelle cette expression rendement industriel extérieur, car elle représente la valeur qui intéresse l'opération industrielle même, qui ne compte que l'énergie utilisée à comprimer la vapeur prise à l'extérieur, soit $\beta(\mathfrak{T}_c)_{P}^{p_f}$, et l'énergie dépensée à cette opération, soit $(\mathfrak{T}_0)_{P}^{p_0}$.

Troisième définition. Rendement physique intérieur :

$$\rho = \frac{(1+\beta)(\mathfrak{T}_c)_{p}^{p_f}}{(\mathfrak{T}_0)_{p}^{p_0}}. \tag{8}$$

Ici, on compte l'énergie réellement dépensée à comprimer le poids $1+\beta$

---

[1] Séance du 24 juin 1935.

[2] *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2001.

du mélange, depuis la pression interne p jusqu'à la pression finale p_f, l'énergie motrice de détente étant comptée de la pression d'amont p_0 jusqu'à la pression interne p.

Quatrième définition. Rendement industriel intérieur :

$$\rho = \frac{\beta(\mathfrak{T}_c)_p^{p_f}}{(\mathfrak{T}_0)_p^{p_0}}. \tag{9}$$

Même observation que pour la deuxième définition, où l'on ne compte industriellement que l'énergie consommée par la compression de la vapeur entraînée.

Cinquième définition. Rendement physique total :

$$\rho = \frac{(1+\beta)(\mathfrak{T}_c)_p^{p_f}}{(\mathfrak{T}_0)_p^{p_0} + \beta(\mathfrak{T}_e)_p^{\mathrm{P}}}. \tag{10}$$

Si j'ajoute ici le mot *total* à la définition du rendement, c'est qu'il comprend, comme énergie cinétique motrice, la portion $(\mathfrak{T}_e)_p^{\mathrm{P}}$ créée par la détente de la vapeur entraînée. L'expression (10) est, d'ailleurs, identique à la formule (5) donnée dans ma Note précédente.

Sixième définition. Rendement industriel total :

$$\rho = \frac{\beta(\mathfrak{T}_c)_p^{p_f}}{(\mathfrak{T}_0)_p^{p_0} + \beta(\mathfrak{T}_e)_p^{\mathrm{P}}}. \tag{11}$$

Cette valeur se déduit de la précédente en ne considérant, comme énergie utilisée, que celle nécessaire à la compression de la vapeur aspirée dans le mélangeur.

La cinquième définition est la plus générale ; elle tient compte des deux énergies motrices, ainsi que de la compression du mélange des deux vapeurs.

Sous la forme (4), elle renferme les valeurs du rendement de chacune des trois parties de l'appareil. Si l'on néglige l'énergie de la vapeur entraînée et que l'on ne tienne compte que de l'énergie qu'il faut fournir (celle de la vapeur motrice) on doit faire $(\mathfrak{T}_c)_p^{\mathrm{P}} = 0$ dans l'expression (4) et l'on trouve alors que le rendement de l'appareil entier est : $\rho = \beta_v \beta_m \beta_d$, c'est-à-dire égal au produit des trois rendements partiels du thermo-compresseur.

Calcul des valeurs numériques du rendement énergétique d'un thermo-compresseur à deux vapeurs, d'après les expériences analysées dans ma Note du 5 mars 1934 (tableau de la page 867). — Aux valeurs indiquées dans ce tableau, il faut ajouter les valeurs concernant les énergies de détente et la compres-

sion des deux fluides, faciles à déterminer d'après les méthodes connues. Ces énergies, soit pour la compression, soit pour la détente, sont calculées suivant le mode adiabatique, vu la faible durée du parcours des fluides dans l'appareil.

Voici ces valeurs :

$$(\mathcal{E}_c)_{\mathrm{P}}^{pf} = 9^{\mathrm{cal}},86, \qquad (\mathcal{E}_0)_{\mathrm{P}}^{p_0} = 70^{\mathrm{cal}},80, \qquad (\mathcal{E}_c)_{p}^{pf} = 12^{\mathrm{cal}},95,$$
$$(\mathcal{E}_0)_{p}^{p_0} = 73^{\mathrm{cal}},53, \qquad (\mathcal{E}_e)_{p}^{\mathrm{P}} = 3^{\mathrm{cal}},26.$$

Les six expressions du rendement prennent alors les valeurs suivantes :

$$0,3710, \quad 0,2314, \quad 0,4690, \quad 0,2927, \quad 0,4370, \quad 0,2728.$$

Il est facile de voir que la cinquième expression, si l'on néglige l'énergie de la vapeur aspirée donne, les rendements partiels une fois déterminés,

$$\rho = \rho_t \rho_m \rho_d = 0,95 \times 0,670 \times 0,690 = 0,4395,$$

soit un rendement approché qui ne s'écarte, en excès, que de 5,8/1000e du rendement physique vrai 0,4370 de la cinquième définition.

Il importe de faire remarquer que les valeurs correspondant aux diverses définitions du rendement énergétique sont fort différentes. Ainsi, la troisième définition, formule (8), donne 0,4690, soit plus du double de la valeur 0,2314 correspondant à la deuxième définition. Il est donc indispensable, pour chaque application, que le constructeur d'un thermo-compresseur, livré avec un rendement garanti, indique de quel rendement il s'agit et qu'il en donne la définition exacte.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur les anomalies magnétiques du massif cristallin de Madagascar.* Note [1] de MM. **H. Gruyelle** et **Charles Poisson**.

Entre 1901 et 1906 E. Colin a fait systématiquement l'exploration magnétique d'une partie notable du massif cristallin de Madagascar. Le réseau des stations est serré dans un rayon de 30km autour de Tananarive, un peu plus lâche dans la région volcanique de l'Ankaratra. Les résultats, réduits à l'année moyenne 1903, sont condensés dans les cartes d'isogones, isoclines et isodynamiques jointes au volume *Magnétisme terrestre à Madagascar* de la collection Grandidier. Ces cartes laissent à l'esprit l'impression

(1) Séance du 24 juin 1935.

d'une extrême complexité, due à la fréquence des anomalies. Le tracé des lignes est d'ailleurs assez arbitraire en certains points, mais ne peut être amélioré sans de nouvelles mesures.

Avant de reprendre à nouveau, après trente ans passés, quelques-unes au moins de ces mesures, le plus âgé d'entre nous a cru que l'hypothèse initiale devait être quelque peu modifiée. Beaucoup d'anomalies ont vraisemblablement un caractère purement local, et sont dues, sans aucun doute, à la notable proportion de magnétite (et parfois de titano-magnétite) présente dans certaines roches superficielles. Parmi ces roches nous citerons :

1° les quartzites à magnétite, dont nous avons trouvé des bancs de puissance variable à proximité immédiate de Tananarive;

2° les roches volcaniques, notamment les basaltes, les basanitoïdes, l'ankaratrite, constituant soit des dykes ou des coulées plus ou moins étendues;

3° ces filons de pegmatites potassiques, dans lesquels ou surtout en bordure desquels, nous avons constaté l'existence de magnétite, souvent transformée en martite, ou d'ilménite;

4° enfin des granites à grain fin, en dykes ou massifs alignés, tels que ceux qui traversent la colline de l'Observatoire; des fragments de ces granites, approchés du barreau d'un magnétomètre ou même de l'aiguille d'un déclinatoire, se sont montrés nettement magnétipolaires.

Cette énumération n'a rien de limitatif : très nombreuses sont les roches malgaches qui contiennent de la magnétite; nous citons seulement celles qui ont fait l'objet de nos recherches présentes.

Si, comme nous l'avons supposé, beaucoup d'anomalies magnétiques sont dues au magnétisme rémanent ou à la teneur en oxyde de fer des roches superficielles, les mesures faites en une station déterminée ne représentent pas les conditions magnétiques en dehors de l'accident, souvent très nettement limité, qui est la cause immédiate de l'anomalie.

L'observateur devra par suite apporter un soin particulier à décrire exactement la nature du sol au point d'observation, et des roches qui pourraient affleurer au voisinage.

Si les observations révèlent la présence d'une anomalie locale, ce qui peut être constaté facilement au cours des mesures de composante horizontale et d'inclinaison, il serait avantageux d'étudier plus largement le terrain au voisinage de la station, soit pour recommencer les mesures en un lieu

plus favorable, soit pour rechercher rapidement les variations possibles autour de la station.

Ces considérations s'appliquent particulièrement aux mesures exécutées naguère par E. Colin. Celui-ci, disposant de ressources matérielles fort modiques, à une époque où observateur et instruments devaient être partout transportés à dos d'homme par des équipes nombreuses de bourjanes, a dû restreindre ses opérations au champ qui lui fut assigné pour des missions géodésiques successives. Ces circonstances l'ont amené à effectuer ses mesures magnétiques surtout sur les sommets, au voisinage des points géodésiques, c'est-à-dire la plupart du temps sur des affleurements de roche compacte... et magnétique.

Voici, à titre d'exemple, un bref aperçu des observations récemment faites pour vérifier l'influence de certaines roches granitiques.

E. Colin ayant en 1889 édifié son observatoire sur la colline d'Ambohidempona, voisine de Tananarive, y commença l'année suivante les mesures préliminaires dans le but d'installer un pavillon magnétique. Le premier emplacement choisi, sur une roche granitique, se trouvait précisément sur une anomalie locale, et, dès 1894, le Père Colin signalait que sur un espace de 300^m de la ligne de crête la déclinaison variait de 3°. En 1920, des mesures simultanées ayant été effectuées sur le pilier servant encore actuellement aux mesures absolues et sur un point très voisin, à l'occasion du passaga de M. Brown, observateur envoyé en mission magnétique par la Carnegie Institution of Washington, on put constater que, à $10^m,60$ de distance, les valeurs observées de la composante horizontale différaient de 1048^γ.

Nous avons observé à l'aide des instruments Chasselon les trois composantes du champ magnétique en 37 stations réparties sur 300^m en direction Nord-Sud et 150^m en direction Est-Ouest.

Les seules roches intactes de la colline sont des quartzites à muscovite, contenant un peu d'hématite qui les colore en rouge, l'épaisseur de la couche étant 8^m environ au point où un sondage nous a permis de la vérifier, et des blocs d'un granite monzonitique à grain fin, formant trois alignements distincts dans la direction du pendage des quartzites, c'est-à-dire vers le Nord-Est, alors que la ligne de crête court vers le Nord-Nord-Ouest.

Sur les quartzites les trois éléments du champ magnétique sont sensiblement constants, les valeurs étant celles que l'on observe sur le pilier du pavillon du magnétographe.

Dès que l'on arrive au contact du granite, la composante horizontale diminue fortement, tandis que l'inclinaison augmente. Si l'on s'écarte tant soit peu de la ligne de crête, la topographie locale influence fortement les valeurs de la déclinaison.

Auprès de l'extrémité nord de l'Observatoire, sur le granite, la déclinaison passe rapidement et progressivement de 4°14′ Ouest à 11°54′ Ouest sur une distance de 15^{m} seulement, la valeur moyenne sur les quartzites étant 8°30′ environ.

En cet endroit, qui fut longtemps le point culminant d'un sommet complètement dénudé, les roches ont pu être frappées par la foudre. Les circuits des paratonnerres de l'Observatoire traversent également cette zone.

Le pavillon magnétique est très voisin du plus septentrional des alignements granitiques, mais semble échapper à son influence. Par contre, le point signalé par M. Brown se trouve sur un bloc de granite qui n'était pas visible en surface.

Le détail des observations sera donné dans un autre Recueil.

PHYSIOLOGIE. — *La culture de glandes thyroïdes entières.* Note (1) de MM. **Alexis Carrel** et **Charles A. Lindbergh.**

Grâce à la construction d'un appareil nouveau (2) et à l'application de certaines techniques chirurgicales, la culture d'organes entiers est devenue possible (3). Cette méthode consiste à transplanter un organe, ou une région du corps, dans une chambre stérile, et à entretenir automatiquement dans les artères de cet organe, ou de cette région, la circulation artificielle d'un liquide nutritif. Elle a permis d'observer, non seulement la survie *in vitro* d'organes tels que l'ovaire et la glande thyroïde, mais aussi leur croissance rapide. La culture des organes n'est nullement destinée à remplacer la culture des cellules des tissus et du sang. Elle diffère de cette dernière par ses techniques autant que par son object. Elle s'applique à l'étude des sociétés cellulaires, et non pas des cellules. Ses buts ultimes sont la production *in vitro* des sécrétions des glandes endocrines, la recherche des substances nécessaires à la croissance, à la diffé-

(1) Séance du 26 juin 1935.

(2) C. A. Lindbergh, *J. Exp. Med.*, 1935, sous presse.

(3) A. Carrel et C. A. Lindbergh, *Science*, 21 juin 1935.

rentiation et à l'activité fonctionnelle de ces glandes, la découverte des lois de l'association des organes, l'étude et le traitement *in vitro* des maladies organiques et artérielles, etc.

On extirpe la glande thyroïde d'un coq ou d'un chat, préalablement tué par saignée sous anesthésie. La glande est préparée d'après les procédés employés déjà dans la transplantation en masse d'un organe [1]. Les tissus sont complètement protégés contre les infections bactériennes par l'emploi simultané de l'asepsie et de l'antisepsie. Le volume du milieu nutritif est d'environ 230^{cm^3}. Ce milieu se compose, soit de sérum sanguin dilué avec de la solution de Tyrode, et contenant parfois de l'hémoglobine, soit de liquides artificiels, activateurs de la croissance, préparés par L. E. Baker. Ces liquides sont des solutions de protéines hydrolysées, d'hémine, de cysteine, d'insuline, de thyroxine, de glutathione, de vitamine A, d'acide ascorbique, de sérum sanguin, etc. Et aussi de rouge phénol, indicateur de l'activité métabolique de l'organe, et des infections bactériennes. Le milieu gazeux se compose d'un mélange en différentes proportions d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique.

L'organe est monté sur la canule de la chambre de culture, qui est ensuite hermétiquement scellée. Puis l'appareil est placé dans une étuve. Le nombre des pulsations est 60 par minute, la pression diastolique, 60^{mm} de mercure, et la pression systolique, 120^{mm}. Pulsations et pressions sont modifiables à volonté. Chaque jour, la couleur du tube adducteur du liquide nutritif est comparé à celle de tubes étalonnés. Jusqu'à présent, les plus longues expériences ont duré de 20 à 30 jours. Elles auraient pu être continuées plus longtemps.

Nous avons étudié six glandes thyroïdes de chat, et neuf de coq. Trois milieux de culture différents furent employés : du sérum sanguin plus ou moins dilué, un milieu artificiel contenant des acides aminés, et un autre milieu contenant des peptones. La circulation des deux premiers liquides s'accompagna d'une diminution de volume des glandes. Celles-ci conservèrent en partie leur structure normale, et les follicules restèrent pleins de substance colloïde, même après 21 jours de circulation de sérum sanguin. Dans le milieu contenant une forte proportion d'acides aminés, une glande dégénéra. Le liquide contenant des peptones détermina une forte croissance des thyroïdes. En 3 ou 4 jours, leur poids doubla, et le pH s'abaissa à 7,1 ou 7,2. La consomption du sucre augmenta beaucoup. Toutes les glandes

(1) A. CARREL, *J. Exp. Med.*, **10**, 1908, p. 98.

libérèrent dans le fluide circulant des substances actives, décelables par leur effet *in vitro* sur les leucocytes. Au point de vue histologique, on observa soit une prolifération épithéliale désordonnée avec disparition de la substance colloïde, soit une augmentation du volume des cellules et du nombre des follicules, avec production de substance colloïde.

Il est évident que la glande thyroïde toute entière, avec ses cellules épithéliales, son tissu conjonctif, ses artères et ses veines, continue à vivre dans les conditions de nos expériences. Son architecture, la structure de ses follicules, et leur activité varient rapidement suivant la composition chimique et les conditions physiques et physico-chimiques du liquide circulant dans leurs vaisseaux. Cette nouvelle méthode paraît donc susceptible d'importantes applications en chimie physiologique, en pathologie, et en médecine.

ÉLECTIONS.

M. **Walter S. Adams** est élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *F. Gonnessiat* décédé, par 40 suffrages contre 4 à M. *Frantisek Nusl.*

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats à la Chaire de *Malacologie* du Museum national d'Histoire naturelle, pour la première ligne, M. *Louis Germain* obtient 39 suffrages contre 1 à M. *Édouard Fischer.* Il y a 2 bulletins blancs.

Pour la seconde ligne, M. *Fischer* obtient 30 suffrages. Il y a 2 bulletins blancs.

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation nationale comprendra :

En première ligne................ M. **Louis Germain.**
En seconde ligne................. M. **Édouard Fischer.**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Union astronomique internationale. Named Lunar Formations by Mary A. Blagg and K. Müller. Vol. I, *Catalogue;* vol. II, *Maps.*

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur la validité des conceptions statistiques appliquées aux phénomènes sociaux.* Note de M. **Pierre Daure**, présentée par M. Émile Borel.

L'état social du XIXe siècle a présenté, malgré la liberté individuelle, des régularités considérées à juste titre comme des régularités statistiques (1). Leur existence a permis de considérer le milieu social comme un *ensemble inorganisé* au sens que Boltzmann (2) attache à ce terme, ou encore *système incohérent :* un tel système est celui dans lequel les actes élémentaires microscopiques sont distribués au hasard, ce qui signifie (3) qu'ils sont assujettis à *des séries de causes indépendantes.* Dans ces conditions, les lois du hasard appliquées à *un grand nombre d'actions élémentaires* font apparaître une *équipartition* qui compense les irrégularités élémentaires et engendre des régularités statistiques.

Il convient de remarquer que l'indépendance mutuelle, qui est une condition suffisante pour justifier l'existence des régularités statistiques, est aussi une condition nécessaire. Si, en effet, les actes élémentaires deviennent matériellement et psychologiquement solidaires, le milieu cesse d'être incohérent, il devient *cohérent.* On ne peut plus espérer y rencontrer des régularités statistiques.

---

(1) Rueff (*Théorie des phénomènes monétaires*, Paris, 1927) définit avec raison l'économie politique comme une science statistique. L'effet perturbateur de la cohérence ne lui a pas échappé, mais, dans son développement, qui date de 1927, il ne lui a pas donné le rôle prépondérant que les événements actuels font apparaître.

(2) *Leçons sur la théorie des gaz*, 1902 et 1905.

(3) Cournot, *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*, 1843.

L'observation des faits les plus apparents montre que, depuis 1920, des manifestations de la cohérence du milieu se multiplient et s'amplifient. Le démon de Maxwell exerce et développe son action dans les milieux sociaux; leur évolution est donc inverse de celle que le principe de Carnot prévoit pour les systèmes matériels.

Il en résulte que : nos usages ont été inspirés par des expériences d'actes *microscopiques* automatiquement compensés par l'équipartition qu'a présenté le milieu jadis incohérent; ils ne sont plus adaptés à certaines opérations actuelles que la cohérence rend *macroscopiques*. Ces opérations, ne trouvant nulle part leur compensation, engendrent des perturbations profondes de l'équilibre social.

On peut donner les exemples suivants :

Phénomènes monétaires. — L'usage s'est établi, au cours du XIX[e] siècle, de bénéficier d'amplifications monétaires parfois considérables, fondées sur le crédit, en s'appuyant sur l'hypothèse que les remboursements seront microscopiques et en écartant l'éventualité, jugée hautement improbable, d'une demande de remboursement macroscopique. Or de tels événements se sont produits au cours des dernières années (fermeture des banques américaines en 1932). Depuis, cette menace a déterminé l'attitude de tous les organismes financiers : les uns ont abandonné toute amplification de crédit pour être en état de faire face à une demande de convertibilité même macroscopique; les autres ont conservé l'amplification de crédit, mais abandonné la convertibilité même microscopique.

Mouvement des prix. — Les opérations commerciales ne sont pas uniquement déterminées par des besoins impérieux, une partie est libre et spéculative. La libre spéculation a pu jouer un rôle régulateur tant qu'il était également probable que l'homme économique serait haussier que baissier, tant que les éléments étaient soumis à des influences psychologiquement indépendantes, en dernière analyse : tant que le système était incohérent. Or, depuis 1920, la spéculation est devenue cohérente, tout le monde a pris en même temps la même attitude haussière, puis la même attitude baissière. Ces dispositions ont engendré une oscillation considérable du niveau des prix or, qui ont entraîné une perturbation profonde de l'édifice social.

On peut conclure que nos habitudes et parfois nos doctrines ont été fondées en supposant le milieu social indéfini et incohérent, hypothèse qui n'est plus certaine aujourd'hui. Nous devons, dans nos prévisions et nos doctrines, envisager la réaction du milieu social fini et cohérent.

TOPOLOGIE. — *Sur les espaces discrets.*
Note (1) de M. **Garrett Birkhoff**, présentée par M. Élie Cartan.

M. Alexandroff démontre (2) que les *espaces discrets* ne sont que des ensembles partiellement ordonnés. Ensuite il considère comme cas particulier un espace discret D dans lequel le *produit algébrique* et la *somme algébrique* sont définis pour un aggrégat quelconque d'ensembles élémentaires fermés de D. Convenons d'appeler un ensemble partiellement ordonné dont le correspondant est un tel espace discret, un *lattice*.

L'auteur a été amené par des recherches dans l'algèbre abstraite (3) à envisager cette même classe de lattices. Le but de la présente Note est d'esquisser l'application de quelques résultats de l'algèbre abstraite aux espaces discrets.

Pour qu'un ensemble L partiellement ordonné soit un lattice, il faut et il suffit que l'espace discret D correspondant vérifie l'axiome multiplicatif de M. Alexandroff, et que D soit un de ses propres ensembles élémentaires fermés.

M. Alexandroff traite aussi de l'introduction de la dimension dans un lattice quelconque. Parmi les propriétés de la dimension ordinaire, on peut citer : 1° si $p > q$ et qu'il n'existe aucun $r \varepsilon L$ tel que $p > r > q$, alors $d(p) = d(q) + 1$; 2° si l'on entend par $p \cap q$ le produit et par $p \cup q$ la somme algébrique de p et q, alors $d(p \cap q) + d(p \cup q) = d(p) + d(q)$.

En général, même le premier axiome de la base de M. Alexandroff ne suffit pas pour assurer l'existence d'une dimension vérifiant la condition 1°. Par exemple, il y a l'espace discret à cinq éléments p, q, r, s, t, dont les « sommets » sont p, q, r, et les autres ensembles élémentaires fermés, $q + r + s$ et $p + q + r + s + t$. En effet, on a :

Théorème I. — *Pour qu'un espace discret* D *à dimension finie vérifie le premier axiome de la base et qu'il admette une définition de la dimension satisfaisant aux conditions* 1°-2°, *il faut et il suffit que* D *soit la projection* (4) *d'un nombre de points isolés et de géométries projectives.*

---

(1) Séance du 24 juin 1935.

(2) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1649.

(3) G. Birkhoff, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, **29**, 1933, p. 441-464. On pourrait citer d'autres mémoires, dus à MM. Fr. Klein, H. Mac Neille, O. Ore, M. H. Stone, à l'auteur, et surtout à Dedekind.

(4) Dans le sens de l'*Analysis situs* combinatoire.

Il est inexact d'affirmer (avec M. Alexandroff) que les opérations dans L sont toujours réciproquement distributives. Ce qui est vrai, est le théorème suivant :

THÉORÈME 2. — *Pour que* L *soit à dimension finie n et que ses opérations soient réciproquement distributives, il faut et il suffit que* L *soit isomorphe à l'anneau* $\mathfrak{A}$ *des ensembles* fermés *d'un espace discret à n points.*

Si en outre L vérifie le premier axiome de la base, L est isomorphe à une algèbre booleienne.

L'auteur a communiqué ces résultats à M. Alexandroff.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur certains systèmes d'équations aux dérivées partielles.* Note de M. **Raymond Jacques**, présentée par M. Henri Villat.

La géométrie infinitésimale du complexe linéaire permet de donner une interprétation des solutions de l'équation des surfaces à courbure totale constante et des transformations de cette équation [1].

L'objet de la présente Note est de signaler les généralisations qui se présentent pour les réseaux qui sont tels que les congruences décrites par les tangentes et les congruences dérivées par la méthode de Laplace appartiennent de deux en deux à des complexes linéaires.

J'ai établi [2] que, si l'on suppose que les complexes considérés admettent pour axe commun le troisième axe de coordonnées, la solution du problème dépendait de la résolution du système d'équations aux dérivées partielles

$$\text{(I)} \qquad \frac{\partial^2 \Phi}{\partial u\, \partial v} = e^{\Phi+\Theta} - e^{-2\Phi}, \qquad \frac{\partial^2 \Theta}{\partial u\, \partial v} = e^{\Phi+\Theta} - e^{-2\Theta}.$$

relations dans lesquelles e^{Φ}, e^{Θ} représentent les rotations M, N du réseau obtenu en prenant la trace d'une congruence de la suite, n'appartenant pas à un complexe linéaire, sur un plan quelconque parallèle au troisième axe de coordonnées.

Soient ..., S_1, S, M, R, R_1, ... la suite des réseaux qui se déduisent du réseau M par la méthode de Laplace, la transformation faite dans le sens u vers v.

---

(1) R. Jacques, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 579.
(2) R. Jacques, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 814.

Les rotations de ces réseaux sont représentées par

$$\text{Réseau M}\begin{cases} m = e^{\theta+\varphi+\psi}, \\ n = e^{-\theta+\varphi+\psi}, \end{cases} \qquad \text{Réseau S}\begin{cases} m_s = -e^{-\theta+\varphi-\psi}, \\ n_s = e^{-\theta-\psi-\varphi}. \end{cases}$$

Les congruences décrites par les tangentes aux réseaux MR, SS, appartiennent à des complexes linéaires. On a, en outre

$$\frac{\dfrac{\partial\varphi}{\partial u}}{\dfrac{\partial\theta}{\partial v}} = e^{2\psi}.$$

Les relations qui lient les quantités θ, φ précédentes s'écrivent

$$\text{(II)} \qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v} = \frac{e^{2\psi}}{2}(e^{2\varphi}+e^{-2\varphi}), \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{e^{-2\psi}}{2}(e^{2\theta}+e^{-2\theta}).$$

Une solution θ, φ de ce système permet de déterminer les réseaux considérés.

On passe des solutions du système (I) aux solutions du système (II) par par les transformations suivantes :

$$\frac{\partial\Theta}{\partial u} + \frac{\partial\theta}{\partial u} - \frac{\partial\varphi}{\partial u} - \frac{\partial\psi}{\partial u} = 2\,e^{\theta}\ \operatorname{sh}(\Theta+\varphi+\psi),$$

$$\frac{\partial\Theta}{\partial v} - \frac{\partial\theta}{\partial v} + \frac{\partial\varphi}{\partial v} + \frac{\partial\psi}{\partial v} = 2\,e^{\varphi}\ \operatorname{sh}(\Theta+\theta-\psi),$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial u} - \frac{\partial\theta}{\partial u} + \frac{\partial\varphi}{\partial u} - \frac{\partial\psi}{\partial u} = 2\,e^{-\theta}\operatorname{ch}(\Phi-\varphi+\psi),$$

$$\frac{\partial\Phi}{\partial v} + \frac{\partial\theta}{\partial v} - \frac{\partial\varphi}{\partial v} + \frac{\partial\psi}{\partial v} = 2\,e^{-\varphi}\operatorname{ch}(\Phi-\theta-\psi),$$

$$2\,e^{\psi}\frac{\partial\theta}{\partial v} = 2\,e^{-\psi}\frac{\partial\varphi}{\partial u} = e^{\Phi-\theta-\varphi} - e^{\Theta+\theta+\varphi}.$$

La transformation permet donc de déduire des solutions du système (I) des solutions du système (II) et inversement.

Lorsque le réseau M est connu, l'origine géométrique du problème montre qu'elle peut être, en général, poursuivie indéfiniment sans quadrature.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction de Green d'un domaine borné de l'espace euclidien à trois dimensions.* Note [1] de M. **Alfred Rosenblatt.**

1. Dans une Note [2] dont les résultats forment l'objet d'un travail à paraître, j'ai étendu le procédé classique de M. Picard aux équations satisfaisant à des conditions plus générales, en me bornant au cas de la sphère.

Pour pouvoir traiter le cas d'une surface générale que nous supposerons bornée, fermée de Jordan à plan tangent et à courbure continus, nous établirons l'inégalité

$$G(P, P') \leqq K \frac{\partial \partial'}{r^3}, \tag{1}$$

où ∂, ∂' sont les distances des points P, P' de S et où $r = PP'$. Nous nous servirons d'un procédé employé il y a longtemps par M. S. Zaremba auquel nous devons cette suggestion et qui consiste à majorer G par la fonction de Green $G^*(P, P')$ de l'espace extérieur à deux sphères Σ, Σ' tangentes extérieurement à S de rayon a. Nous supposerons a tel que les sphères Σ_i, Σ_e de rayon $A = ma$, $m \geqq 50$ tangentes intérieurement et extérieurement en un point M de S n'aient outre M aucun point en commun avec S.

2. On peut supposer $\partial \leqq a/2$, $\partial' \leqq a/2$. En écartant le cas non intéressant où les sphères Σ, Σ' appartenant à p, p' coïncident, on a les trois cas :

1° elles se coupent;

2° elles sont extérieures;

3° elles sont tangentes extérieurement.

Dans le *premier cas* on distingue les trois cas :

$$(a) \qquad \partial, \partial' \geqq kd;$$
$$(b) \qquad \partial < kd, \qquad \partial' \geqq kd;$$
$$(c) \qquad \partial, \partial' < kd, \qquad k = 10.$$

Les cas (a) et (b) se traitent facilement au moyen de la fonction de Green de l'extérieur d'une sphère. Quant au troisième cas on doit avoir recours à

---

(1) Séance du 24 juin 1935.

(2) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 921.

la fonction de Green G^* dont il a été question et qui a la forme

$$(2) \qquad G^*(P, P') = \frac{\sqrt{\operatorname{ch} t - \cos u}\sqrt{\operatorname{ch} t' - \cos u'}}{c} \int_0^\infty \frac{(e^{\pi\mu} - e^{-\pi\mu})}{(e^{\pi\mu} + e^{-\pi\mu})} \times \frac{(e^{\mu\Delta} - e^{-\mu\Delta})(e^{\mu\Delta'} - e^{-\mu\Delta'})}{(e^{2\mu u_0} - e^{-2\mu u_0})} k^\mu(R)\, d\mu,$$

$$(3) \qquad R = \operatorname{ch} t \operatorname{ch} t' - \operatorname{sh} t \operatorname{sh} t' \cos(\varphi - \varphi').$$

Ici t, u sont les coordonnées bipolaires dans un demi-plan passant par l'axe des sphères et φ est l'angle de ce demi-plan avec un demi-plan fixe, c est le rayon du cercle fondamental et $k^\mu(x)$ la fonction conique (de Mehler)

$$(4) \qquad k^\mu(\operatorname{ch}\Theta) = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \int_0^\Theta \frac{\cos\alpha\mu\, d\alpha}{\sqrt{\operatorname{ch}\Theta - \operatorname{ch}\alpha}};$$

$$\Delta = 2\pi + u_0 - u, \qquad \Delta' = u' - (2\pi - u_0),$$

u_0 angle qui correspond aux sphères Σ, Σ'.

3. Dans le *second cas*, soient B, B′ les points focaux des sphères. On a affaire à la fonction de Green

$$(5) \qquad G^*(P, P') = \frac{\sqrt{\operatorname{ch} t - \cos u}.\sqrt{\operatorname{ch} t' - \cos u'}}{c} \sum_0^\infty P_n(\cos\gamma) \times \frac{\operatorname{sh}\left(n + \frac{1}{2}\right)\Delta t_1 . \operatorname{sh}\left(n + \frac{1}{2}\right)\Delta t_2}{\operatorname{sh}\left(n + \frac{1}{2}\right)\tau},$$

où

$$\cos\gamma = \cos u \cos u' + \sin u \sin u' \cos(\varphi - \varphi'),$$

$$\Delta t_1 = t_1 - t, \qquad \Delta t_2 = t' - t_2, \qquad \tau = t_1 - t_2,$$

t_1, t_2 correspondant aux deux sphères, $2c = BB'$.

Dans le *troisième cas*, on a la fonction connue

$$(6) \qquad G^*(P, P') = -\sqrt{(t^2 + u^2)(t'^2 + u'^2)} \int_0^\infty I(\lambda R) \frac{1}{\operatorname{sh}\lambda(t_1 - t_2)} \times [\quad e^{\lambda(t - t_1)} \operatorname{sh}\lambda(t' - t_2) + e^{\lambda(t_2 - t)} \operatorname{sh}\lambda(t_1 - t') - e^{\lambda(t' - t)} \operatorname{sh}\lambda(t_1 - t_2)]\, d\lambda.$$

Les paramètres t, u correspondent aux deux faisceaux tangents de cercles $t = 1/2\mathrm{OA}$, $u = 1/2\mathrm{O\overline{A}}$, A, $\overline{\mathrm{A}}$ centres des cercles.

Les détails du calcul paraîtront dans le volume des *Prace matematyczno-fizyczne* de M. S. Dickstein à Varsovie dédié à la mémoire de Léon Lichtenstein.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations intégrales* chargées. Note [1] de M. **M. Krein**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Envisageons l'équation intégrale *chargée*

$$\varphi(x) = \lambda \int_a^b \mathrm{K}(x, s)\, \varphi(s)\, d\sigma(s) + f(x), \qquad (1)$$

où $\mathrm{K}(x, s)(a \leqq x, r \leqq b)$ est un noyau continu et $\sigma(x)$ une fonction à variation bornée. Pour de telles équations reste valable toute la théorie classique de Fredholm [2], si l'on remplace dans toutes les formules de cette théorie, où figurent des intégrales, les différentielles ordinaires ds, dr, ... par des intégrales aux différentielles correspondantes de Stieltjes $d\sigma(s)$, $d\sigma(r)$, ... Ainsi, par exemple, pour l'équation intégrale chargée (1), les noyaux itérés $\mathrm{K}^{(m)}(x, s)$ se définissent par la formule

$$\mathrm{K}^{(m)}(x, s) = \int_a^b \mathrm{K}^{(m-1)}(x, r)\, \mathrm{K}(r, s)\, d\sigma(r) \qquad (m = 2, 3, \ldots). \qquad (2)$$

Soit maintenant $\mathrm{K}(x, s)$ un noyau positif; cela posé, il est aisé de montrer que, pour toute fonction $r(x)$ à variation bornée, les formes quadratiques

$$\sum_{p,q=0}^{n-1} \int_b^a \int_b^a k^{(p+q+1)}(x, s)\, dr(x)\, d\tau(s) \xi_p \xi_q \qquad (n = 1, 2, 3, \ldots),$$

où $k^{[n]}(x, s)$ se définissent par (2), sont non négatives. Cela permet d'appliquer à la fonction méromorphe $\int_b^a \int_b^a \Gamma(x, s, \lambda)\, d\tau(x)\, d\tau(s)$ le

---

(1) Séance du 24 juin 1935.

(2) M. N. Gunther a montré (*Travaux de l'Institut physico-mathématique Stekloff*, 1, 1932, p. 93-115) que la théorie de Fredlhom reste valable pour une classe d'équations intégrales aux différentielles de Stieltjes beaucoup plus générale que les équations chargées (1).

théorème connu de Grommer [1]; en faisant encore emploi de la théorie des noyaux principaux [2], on arrive au théorème :

THÉORÈME. 1. — *Si le noyau continu* $K(x, s)$ *est symétrique et positif et si le noyau* $k^{(2)}(x, s) \not\equiv 0$, *alors* :

1° *L'équation* (1) *a des valeurs caractéristiques* λ_i; *toutes ces valeurs sont réelles;*

2° *Il est possible de construire un système complet de fonctions fondamentales* $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$, ... *orthogonal et normal au sens suivant*

$$\int^a \varphi_i(x)\varphi_k(x)\,d\sigma(x) = \begin{cases} \operatorname{sign}\lambda_i & (i=k), \\ 0 & (i \neq k); \end{cases}$$

3° *Les noyaux itérés sont développables en séries bilinéaires*

$$k^{(n)}(x, s) = \sum \frac{\varphi_i(x)\varphi_i(s)}{\lambda_i^n} \operatorname{sign}\lambda_i \qquad (n = 2, 3, \ldots); \tag{3}$$

ces développements convergent absolument et uniformément dans le carré $(a \leq x, s \leq b)$;

4° *Pour le noyau* $K(x, s)$ *existe le développement*

$$K(x, s) = \sum \frac{\varphi_i(x)\varphi_i(s)}{\lambda_i} \sin\lambda_i + R(x, s),$$

où le reste $R(x, s)$ *satisfait* à la *condition que, pour tout choix des nombres* $s_1, s_2, \ldots, s_n$ $(n = 1, 2, \ldots)$, *le déterminant* $|R(s_i, s_k)| \geqq 0$.

Le noyau symétrique $K(x, s)$ sera dit *absolument fermé*, si pour toute fonction $r(x)$ non constante à variation bornée et *normée*

$$\left[\tau(x) = \frac{\tau(x-0)+\tau(x+0)}{2} \qquad \text{pour } a < x < b\right],$$

$$\int_a^b K(x, s)\,d\tau(s) \not\equiv 0.$$

Désignons par E l'ensemble de *points de variabilité* [3] de la fonction $\sigma(x)$ normée au sens indiqué.

---

[1] *Ganze transzendente Funktionen mit lauter reellen Nullstellen*, 45, Berlin, 1914.

[2] E. GOURSAT, *Traité d'Analyse*, 3, Paris, 1923, p. 402-418.

[3] Par un *point de variabilité* de la fonction normée $\sigma(x)$, on entend chaque point $\alpha(a < \alpha < b)$ n'appartenant à aucun des intervalles où la fonction $\sigma(x)$ conserve une valeur constante.

THÉORÈME II. — *Si le noyau continu* $K(x, s)$ *est positif et absolument fermé, le noyau* $K^{(2)}(x, s) \not\equiv 0$, *dans ce cas, outre les développements* (3), *on a aussi le développement*

$$K(x, s) = \sum \frac{\varphi_i(x)\varphi_i(s)}{\lambda_i} \sin \lambda_i$$

pour tout x *de l'intervalle* (a, b) *et tout* s *de l'ensemble* E; *ce développement converge absolument et uniformément pour* x *et* s *variant dans l'ensemble* E.

Soit $\sigma(x) = \sigma(a) + P(x) - N(x)$, où $P(x)$ est la variation positive et $N(x)$ la variation négative de $\sigma(x)$ dans l'intervalle (a, x).

THÉORÈME 3. — *Le noyau* $K(x, s)$ *étant le même que dans le théorème* 2, *on peut affirmer, que* 1° *si* $P(x)$ *n'a qu'un nombre fini de points de croissance, l'équation* (1) *a le même nombre de valeurs caractéristiques positives, et* 2° *si* $P(x)$ *a une infinité de points de croissance, l'équation* (1) *a une infinité de valeurs caractéristiques positives.*

Le théorème analogue a lieu pour la fonction $N(x)$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les polynomes multiplement monotones qui s'écartent le moins de zéro.* Note [1] de M. **W. Břečka**, présentée par M. Hadamard.

PREMIER PROBLÈME. — *Trouver l'oscillation minima, dans l'intervalle* $(-1, +1)$, *du polynome*

$$y_n(x) = \sigma_0 x^n + \sigma_1 x^{n-1} + \ldots + \sigma_l x^{n-l} + \ldots + \sigma_n, \tag{1}$$

de degré $\leqq n$, *monotone d'ordre* $h+1$ *dans cet intervalle, étant donnés les coefficients* $\sigma_0, \sigma_1, \ldots, \sigma_l$ *du polynome.*

Nous supposerons $n \to \infty$, tandis que h et l restent finis, et que tous les coefficients donnés sont de même ordre. On peut écrire [avec $\varphi_m(z) \geqq 0$ pour $-1 \leqq z \leqq +1$],

$$y_n(x) = \int_{-1}^{x} (x-z)^h \varphi_m(z)\, dz, \tag{2}$$

a. Coefficients $\sigma_0, \sigma_1, \ldots, \sigma_{2s}$ donnés. *Le problème se ramène à trouver l'oscillation minima, dans l'intervalle* $(-1, +1)$, *du polynome*

$$z_{n-2s}(x) = \int_{-1}^{x} (x-z)^h \Psi_{m-2s}(z)\, dz,$$

(1) Séance du 24 juin 1935.

où $\Psi_{2m-2s}(z) \geqq 0$ *pour* $-1 \leqq z \leqq 1$, *étant donné que le premier coefficient du polynome* $z_{n-2s}(x)$ *a la valeur donnée*

$$\frac{\sigma_0 n^s}{s!\, 2^{2s}}.$$

L'oscillation minima [1] est

$$L \sim \frac{\pi\,|\sigma_0|\,n^{h+s+1}}{h!\, s!\, 2^{n-1}}.$$

b. Coefficients $\sigma_0, \sigma_1, \ldots, \sigma_{2s}, \sigma_{2s+1}$ donnés. Notre problème se ramène au suivant : *trouver l'oscillation minima, dans l'intervalle* $(-1, +1)$, *du polynome*

$$z_{n-2s}(x) = \int_{-1}^{x} (x-z)^h \Psi_{m-2s}(z)\, dz,$$

où $\Psi_{m-2s} \geqq 0$ *pour* $-1 \leqq z \leqq 1$, *étant donné que les deux premiers coefficients du polynome* $z_{n-2s}(x)$ *ont respectivement les valeurs données* $\sigma_0 n^s/(h!\, s!\, 2^{2s})$ *et* $\sigma_1 . n^s/(h!\, s!\, 2^{2s})$. Nous trouvons aisément [2] :

	Oscillation minima.	σ_0 et σ_1 de même signe.	σ_0 et σ_1 de signes contraires.
(3)	$L \sim \dfrac{\pi\,|\sigma_0|\,n^{h+s+1}}{h!\, s!\, 2^{n-1}}\left[1 + \left(\dfrac{\sigma_1}{\sigma_0} - h\right)^2\right]$	$\dfrac{\sigma_1}{\sigma_0} - h \leqq 1$	$\left\|\dfrac{\sigma_1}{\sigma_0} - h\right\| \leqq 1$
	$L \sim \dfrac{\pi\,|\sigma_0|\,n^{h+s+1}}{h!\, s!\, 2^{n-2}}\left\|\dfrac{\sigma_1}{\sigma_0} - h\right\|$	$\dfrac{\sigma_1}{\sigma_0} - h \geqq 1$	$\left\|\dfrac{\sigma_1}{\sigma_0} - h\right\| \geqq 1$

Pour $h = 0$, $\sigma_0 = 1$, on a les formules de M. Serge Bernstein [3].

SECOND PROBLÈME. — *Trouver l'oscillation minima, dans l'intervalle* $(-1, +1)$, *du polynome* (1) *monotone d'ordre* $h+1$ *dans cet intervalle, si ses coefficients* $\sigma_0, \sigma_1, \ldots, \sigma_l$ *sont liés par la relation*

$$A_0\sigma_0 + A_1\sigma_1 + \ldots + A_l\sigma_l = R, \tag{4}$$

où $A_0, A_1, \ldots, A_c$ *sont des constantes réelles données.*

Soit $n \to \infty$, tandis que h et l restent finis et que les nombres $A_0, A_1, \ldots, A_l$ sont de même ordre. On montre que l'on peut écrire

$$Y_n(x) = \int_{-1}^{x} (x-z)^h (1-z)^\alpha (1+z)^\beta u_m^2(z)\, dz,$$

---

(1) S. BERNSTEIN, *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 247.
(2) W. BRECKA, *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 618-619.
(3) *Mathematische Annalen*, **102**, IV, 1929, p. 518.

où $\alpha=0$, $\beta=0$ et $\alpha=1$, $\beta=1$ si $n-h-1$ est pair et $\alpha=0$, $\beta=1$ et $\alpha=0$, $\beta=1$ si $n-h-1$ est impair. Nous devons donc minimer, sous la condition (4), l'intégrale

$$L=\int_{-1}^{1}(1-z)^{\alpha+h}(1+z)^{\beta}u_m^2(z)\,dz.$$

Pour $h=0$, on a les formules de M. Geronimus (1).

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur quelques applications métriques de la notion de* CONTINGENT BILATÉRAL. Note de M. **Frédéric Roger**, présentée par M. Émile Borel.

I. Convenons d'appeler *contingent bilatéral orienté* en un point d'un ensemble ordonné, l'ensemble des demi-droites du contingent postérieur pour lesquelles la demi-droite opposée appartienne au contingent antérieur; et, par extension, en un point d'un ensemble quelconque, *contingent bilatéral global*, l'ensemble des demi-droites du contingent global dont l'opposée appartienne encore à ce contingent. Le dernier est alors un faisceau de droites indéfinies; et, en un point d'un ensemble ordonné, il contient le premier et son opposé par le sommet. Dès lors, le théorème qui termine notre première Note (2) s'élargit ainsi :

Théorème. — *Dans un espace euclidien à n dimensions, tout ensemble en chaque point duquel le contingent bilatéral (global ou orienté s'il y a lieu) laisse échapper un sous-espace euclidien à n-p dimensions, est la limite d'une suite non décroissante d'ensembles fermés de mesure d'ordre p finie.*

Pour $n-p=1$, nous précisons un résultat connu (3).

Pour $p=0$, *l'ensemble où le contingent bilatéral n'existe pas est dénombrable;* ce qui entraîne, comme cas particulier, un théorème énoncé en 1910 par M. A. Denjoy pour les ensembles parfaits qu'il étudiait tout spécialement, et dont la démonstration fort élégante reste valable sans cette restriction (4).

---

(1) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1205-1286.

(2) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 2050.

(3) G. Bouligand, *Acta Mathematica*, 56, 1931, p. 371.

(4) *Comptes rendus*, **151**, 1910, p. 139 et *Journ. de Math. pures et appl.*, 7e série, **1**, 1915, p. 147. Ce théorème a été repris récemment par M. G. Durand (appelé par erreur dans notre précédente Note R. Durand), *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 371, et *Acta Mathematica*, 56, 1931, p. 365.

II. Appelons encore *contingent commun* en un point d'un arc simple de Jordan l'ensemble des demi-droites communes aux deux contingents. Le théorème qui fait l'objet de notre Note précitée peut alors s'élargir :

THÉORÈME. — *Sous la seule hypothèse qu'en tout point d'un ensemble appartenant à un arc simple de Jordan d'un espace euclidien à n dimensions, le contingent bilatéral orienté* PARTICULIER A L'ENSEMBLE *laisse échapper un demi-espace euclidien à n dimensions, l'ensemble est la limite d'une suite non décroissante d'ensembles fermés rectifiables.* (Cas particulier du théorème précédent pour $p=1$.)

Puis, EN NÉGLIGEANT ÉVENTUELLEMENT UN ENSEMBLE DE LONGUEUR NULLE :

1° *En chaque point du premier ensemble où le contingent commun laisse échapper un demi-espace euclidien à n dimensions, sur la frontière duquel le contingent bilatéral orienté relatif à l'arc possède au moins une demi-droite, le contingent bilatéral global pour l'arc se réduit à cette demi-droite et à son opposée;*

2° *Plus particulièrement, en chaque point de l'ensemble où le contingent commum n'existe pas, le contingent global pour l'arc se réduit à une tangente unique.*

III. Dans le plan, le théorème peut prendre la forme suivante :

THÉORÈME. — *En tout point d'un arc simple et plan de Jordan, sauf éventuellement sur un ensemble de longueur nulle, toute lacune entre les deux contingents vaut deux droits dès que le contingent commun vaut moins de deux droits et ne coïncide avec aucun des deux premiers.*

En particulier, sauf sur un ensemble de longueur nulle, en tout point *où chacun des deux contingents vaut au plus deux droits*, ceux-ci présentent nécessairement l'une des trois dispositions simultanées suivantes :

1° ils valent chacun deux droits et sont biadjacents;

2° ils sont adjacents et supplémentaires;

3° ils sont nuls, portés par une même droite indéfinie (tangente).

Plus particulièrement encore, dans le cas de la courbe représentative d'une fonction continue $y=f(x)$, nous rejoignons le résultat de M. A. Denjoy rappelé au début de notre précédente Note. Nous le précisons en ce sens que *non seulement les points exceptionnels se projettent sur Ox en un ensemble de mesure nulle, mais encore forment, sur la courbe, un ensemble de longueur nulle*. Cependant nous n'excluons pas la possibilité d'un contingent nul dans le (2°) ni d'une tangente parallèle à Oy dans le (3°) : c'est un fait bien connu que la projection sur Oy de ces derniers points peut fort bien donner un ensemble de mesure positive.

IV. Relativement aux nombres dérivés des fonctions continues, nous obtenons le résultat suivant :

Théorème. — *Sauf sur un ensemble de longueur nulle sur la courbe représentative (et non plus seulement dont la projection sur Ox est de mesure nulle) dès qu'un dérivé extrême est fini, son opposé (de rang et de côté différents) lui est égal et les deux autres sont simultanément finis et égaux (donc égaux aux deux premiers) ou infinis et inégaux.*

Puis, en adjoignant cette proposition, *particulière aux courbes représentatives de fonction continue :* L'ensemble des points de Ox, où f a d'un côté déterminé une dérivée infinie, est de mesure nulle (A. Denjoy, Mémoire cité, p. 187); *on achève le théorème de M. A. Denjoy :* Si les quatre dérivés extrêmes sont infinis, deux dérivés opposés ou associés (de même côté) sont inégaux sauf aux points d'un ensemble de mesure nulle (sur Ox cette fois).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur le type d'une surface de Riemann.* Note [1] de M. **Lars Ahlfors**, présentée par M. Gaston Julia.

1. M. Z. Kobayashi [2] vient de donner une nouvelle condition suffisante pour qu'une surface de Riemann simplement connexe soit du type parabolique. Son résultat est une extension d'un théorème de M. R. Nevanlinna [3], publié en 1933, et présente des analogies avec un résultat de l'auteur, datant de 1931 [4].

Il est intéressant d'exposer, sous sa forme générale, l'idée qui est à la base de toutes ces recherches.

2. Soit W une surface ouverte et simplement connexe, étalée sur le plan des w. Nous définissons une métrique de la surface par une forme différentielle $ds = \lambda\,|dw|$, λ étant une fonction uniforme et continue sur W, à l'exception de certains points singuliers isolés. A l'aide de cette métrique, nous déterminons la plus courte distance entre deux points de la surface.

---

(1) Séance du 24 juin 1935.

(2) *Science Reports*, Tokyo Bunrika Daigaku A 2, 1934, p. 125.

(3) *Comment. Math. Helv.*, 5, 1933, p. 95.

(4) *Comment. Math. Helv.*, 3, 1931, p. 173.

Soit W_ρ le domaine formé par les points dont la distance d'un certain point initial P_0 ne dépasse pas le nombre positif ρ. Pour que ce domaine soit complètement inférieur à W, nous supposons la métrique telle qu'aucun élément frontière ne soit situé à distance finie. Par contre, il peut arriver qu'un point intérieur de W soit un point singulier pour notre métrique, inaccessible suivant un chemin de longueur finie. La frontière de W_ρ sera désignée par Γ_ρ, sa longueur dans la métrique introduite par $L(\rho)$.

Faisons la représentation conforme de W sur un cercle fini ou infini du plan des z, de sorte que P_0 corresponde à l'origine. A la frontière Γ_ρ correspondra un nombre de contours fermés, dont un enferme l'origine. Sa longueur, mesurée dans la métrique logarithmique $|d\log z|$, sera donc au moins égale à 2π. Un calcul facile donne

$$2\pi \leqq \int_{\Gamma_\rho} |d\log z|,$$

$$4\pi^2 \leqq \int_{\Gamma_\rho} ds \int_{\Gamma_\rho} \left(\frac{|d\log z|}{ds}\right)^2 ds = L(\rho) \int_{\Gamma_\rho} \left(\frac{|d\log z|}{ds}\right)^2 ds,$$

$$4\pi^2 \int_{\rho_0}^{\rho} \frac{d\rho}{L(\rho)} \leqq \int_{\rho_0}^{\rho} d\rho \int_{\Gamma_\rho} \left(\frac{|d\log z|}{ds}\right)^2 ds \qquad (\rho > \rho_0).$$

Dans la dernière inégalité l'intégrale double représente, comme on le voit immédiatement, l'aire logarithmique du domaine compris entre les courbes correspondant à Γ_{ρ_0} et Γ_ρ. Dans le cas hyperbolique cette aire est bornée, d'où il suit que la divergence de l'intégrale

$$\text{(A)} \qquad \int^{\infty} \frac{d\rho}{L(\rho)}$$

est une condition suffisante pour le cas parabolique.

Réciproquement, si le cas parabolique se présente, on peut toujours déterminer une métrique telle que l'intégrale (A) correspondante soit divergente. Prenons en effet $ds = |dz| = |z'(w)|\,|dw|$; dans cette métrique on a $L(\rho) = 2\pi\rho$ et l'intégrale (A) diverge. Donc :

Une condition nécessaire et suffisante pour le cas parabolique est l'existence d'une métrique telle que l'intégrale (A) *diverge.*

Il est clair que ce théorème ne résout pas le problème du type, mais il sert à indiquer la direction dans laquelle il faut poursuivre les recherches.

3. La méthode de *Kobayashi* consiste en un choix particulier de la métrique. Pour simplifier, admettons que W n'a d'autres singularités que des points de ramification d'ordre fini ou infini. A chaque singularité correspond un certain domaine, formé par les points pour lesquels la singularité considérée est *la plus proche*. Dans cette définition les distances doivent être mesurées, soit par rapport à la métrique du plan euclidien, soit par rapport à celle de la sphère de Riemann.

De cette manière, la surface entière sera partagée en un nombre de polygones dont les côtés ont égale distance de deux singularités. Considérons un tel polygone Ω_ν correspondant à un point de ramification d'affixe a_ν. A l'intérieur de Ω_ν nous choisissons la métrique définie par l'égalité

$$ds = |d\log(w - a_\nu)| \qquad \text{ou} \qquad ds = \left| d\log\frac{w - a_\nu}{1 + \bar{a}_\nu w}\right|,$$

suivant qu'on a adopté la géométrie euclidienne ou sphérique. Il est évident que cette métrique est continue même sur les côtés des polygones.

En prenant pour P_0 un angle du réseau polygonal, on peut facilement étudier en détail les courbes Γ_ρ correspondant à la métrique choisie. Si l'on désigne par $n(\rho)$ le nombre des polygones qu'on peut atteindre de P_0 par un chemin de longueur ρ, on trouve l'inégalité

$$L(\rho) \leqq \int_0^\rho n(\rho)\, d\rho.$$

Nous avons donc ce résultat de M. Kobayashi : *La surface est parabolique toutes les fois que l'intégrale*

$$\int^\infty \frac{d\rho}{\int_0^\rho n(\rho)\, d\rho}$$

diverge. Cette proposition comprend comme cas particulier le théorème de M. Nevanlinna cité au début de cette Note.

AÉRODYNAMIQUE. — *Contribution à l'étude de certaines cellules biplanes rigides d'envergure finie.* Note de MM. **Albert Toussaint** et **Miroslav Nénadovitch**, présentée par M. Henri Villat.

L'un de nous (¹) a signalé les caractéristiques aérodynamiques favorables que possèdent en envergure infinie les cellules biplanes rigides à décalage positif, entreplan modéré et interinclinaison négative pour l'aile supérieure.

Pour compléter ces résultats, et en vue de les étendre éventuellement aux cellules biplanes d'envergure finie, nous avons expérimenté en soufflerie diverses cellules biplanes comportant les caractéristiques suivantes :

Cellules biplanes composées de deux ailes rectangulaires identiques à profil Joukowsky biconvexe symétrique ($e/l\,\mathrm{max} = 0,14$), l'allongement de chacune des ailes constitutives était égal à 4. Le décalage $d/l = +1$, l'entreplan $h/l = 1/3$, l'interclinaison ε était variable d'une cellule à l'autre depuis $\varepsilon = -6$ jusqu'à $\varepsilon = +6$.

Les résultats obtenus montrent qu'en envergure finie pour des *interinclinaisons négatives*, la résistance unitaire C_x des cellules biplanes est inférieure à la valeur correspondante pour chacune des ailes constitutives pour les valeurs modérées de la sustentation.

Pour ces mêmes cellules, l'effet de fente s'est également manifesté par une augmentation modérée de la sustentation maximum.

Comme la résistance induite totale pour des cellules biplanes ayant un entreplan très faible est importante, la polaire de telles cellules est nécessairement moins favorable aux sustentations notables. Il en résulte que cette polaire recoupe en trois points la polaire de chacune des ailes constitutives.

(¹) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1573.

AÉRODYNAMIQUE. — *Contribution à l'étude expérimentale des ailes sustentatrices aux grandes incidences.* Note de M. **Maurice Denis**, présentée par M. Henri Villat.

En dehors du vol normal, on atteint en avion, soit volontairement (atterrisage, vols acrobatiques), soit fortuitement, des grandes incidences auxquelles se produit l'ensemble de phénomènes communément dénommé perte de vitesse.

A ce moment les caractéristiques des ailes comportent des perturbations brutales et discontinues que nous avons mises en évidence grâce à des procédés de mesure appropriés.

Nous avons ainsi utilisé les dynamomètres élastiques Gruson [1] à très faible inertie qui permettent d'enregistrer photographiquement les phénomènes fugaces, dans d'excellentes conditions de fidélité et précision. (Période propre de l'ordre du 1/100e de sec.).

L'instabilité du phénomène à mesurer nous a même conduit à effectuer *simultanément* la mesure des composantes et, en particulier, l'enregistrement photographique direct de la polaire.

Nous avons mis en évidence les points suivants :

1° Aux angles d'incidence modérés, les efforts aérodynamiques s'exercent symétriquement sur l'aile : la composante transversale (dérapage) est nulle, le roulis nul, la giration nulle.

2° On constate en général sur les enregistrements aux grands angles (angles supérieurs à celui de sustentation maximum) :

a. Une discontinuité dans l'évolution des efforts qui restent symétriques : chute brusque de la portance, grosse augmentation de traînée avec diminution du couple de tangage (tendance à cabrer);

b. A un angle encore un peu supérieur la symétrie des efforts n'existe plus; *d'importants couples de roulis et de giration apparaissent brusquement*, accompagnés d'une nouvelle discontinuité sur la polaire.

Pratiquement, la première discontinuité ne correspond pas en général à une situation dangereuse, et peut même être commodément exploitée pour la manœuvre d'atterrissage; par contre, la deuxième discontinuité (couple de roulis et de giration) correspond à l'apparition instantanée

---

(1) *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, n° 2, 1934, p. 196.

d'efforts supérieurs à ceux que l'on peut produire volontairement par le jeu des ailerons et de l'empennage. C'est l'instabilité latérale aux grands angles, l'amorce de vrille éventuelle.

On peut distinguer les profils pour lesquels les discontinuités sont confondues ou très rapprochées, de ceux dont l'angle d'instabilité latérale est reporté plus loin vers les très grandes incidences; la partie antérieure du profil paraissant jouer dans ce cas un rôle prépondérant.

Les essais effectués sur des maquettes de même profil (voisin du Clark Y) nous ont montré l'invariance de l'angle d'instabilité latérale pour différentes formes en plan, différents allongements et même dans le cas d'adjonction d'une fente arrière.

Par contre, cette instabilité est profondément modifiée par interaction des fuselage, fuseau moteur, atterrisseur.

En ce qui concerne la première discontinuité (portance, traînée, couple de tangage), l'angle d'apparition du phénomène présente une loi de variation nette en fonction de l'allongement (l'angle augmente quand l'allongement diminue).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations récentes de la planète Mars avec la lunette de* 0m,83 *de l'Observatoire de Meudon.* Note de M. **E.-M. Antoniadi**, présentée par M. Ernest Esclangon.

L'aspect de la planète, cette année, ne s'est pas présenté, en général, très différent de ce qu'il était en 1933 (1).

Comme d'habitude, *Mare Tyrrhenum* est apparu intense et tacheté. *Syrtis Major* a été vue large, sombre et tachetée aussi, puis fortement empiétant sur *Mœris Lacus*, ce qui s'observe normalement aux oppositions plus ou moins voisines de l'aphélie de la planète. Elle avait encore, près d'elle, au nord, le petit lac apparu en 1933. *Sinus Sabæus* s'est montré marron chocolat, comme à la dernière opposition. *Lacus Ismenius* était encore double, d'une couleur cerise pâle, la composante occidentale, ou de droite, étant plus grande et plus faible que l'autre. Après une longue période d'invisibilité, *Dirce Fons* est redevenu évident. *Mare Acidalium*, fortement tacheté, a envahi *Baltia;* il était d'un gris intense, avec une très légère teinte verdâtre. *Margaritifer Sinus* a été vu d'un vert excessive-

(1) *Comptes rendus*, 190, 1933, p. 1087.

ment pâle. *Solis Lacus*, redevenu ovale, s'est montré assez foncé et légèrement verdâtre. *Mare Sirenum* se voyait très pâle; il en a été de même de *Mare Cimmerium*, tronqué à l'ouest, comme en 1926. *Trivium Charontis* est apparu aussi très faible. *Propontis I* a révélé une structure double, irrégulière, et une teinte sépia nettement caractérisée. On ne distinguait que la moitié orientale, ou de gauche, d'*Elysium*, à peine plus claire que les régions continentales limitrophes.

Nepenthes, *Thoth* et *Casius* ont offert une structure tachetée et une teinte marron faible. Quant aux estompages au nord de *Syrtis Major*, ils ont subi de grandes modifications depuis un demi-siècle. Enfin, la couleur roussemarron de *Xanthe* avec *Lunæ Lacus*, du *Ganges*, du *Nilokeras* et du *Ceraunius* était frappante au premier coup-d'œil dirigé dans l'instrument.

La calotte neigeuse polaire du nord était encore accompagnée, entre les longitudes aréographiques de 170° et 250°, de la région blanchâtre d'*Olympia*, ce qui constitue un phénomène constant de la diminution des neiges boréales sous l'action du Soleil.

Les grossissements employés dans ces observations ont été de 400, 460, 540 et 650 diamètres.

NAVIGATION. — *Sur la courbe d'égal azimut et son emploi en navigation.* Note (1) de M. **Frédéric Marguet**, transmise par M. Eugène Fichot.

Soit, sur la Terre supposée sphérique, P le pôle nord et S un point. On sait qu'on appelle courbe d'égal azimut le lieu des points E tels que l'angle PES, PE et ES étant des grands cercles, soit constant.

L'entrée en service de gyrocompas permettant de mesurer cet angle avec une approximation d'un petit nombre de minutes fait escompter la possibilité d'utiliser la courbe d'égal azimut pour la détermination du *point à la mer*. C'est pourquoi cette courbe a été l'objet, récemment, de nombreuses études, auxquelles nous avons nous-même contribué (2).

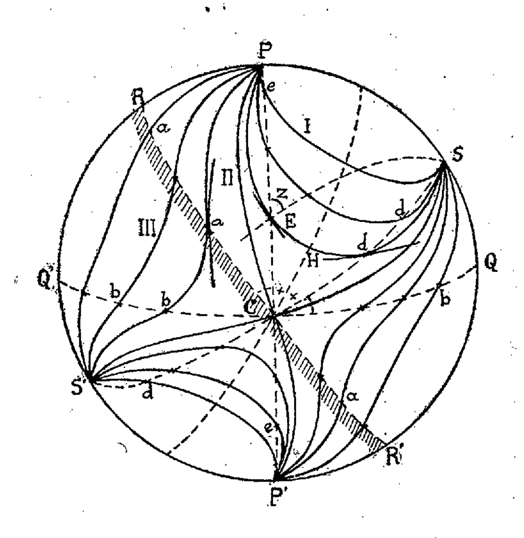
Nous nous proposons ici d'indiquer quelques nouvelles propriétés, pratiquement importantes, de cette courbe, dont la figure rappelle les trois formes possibles : I, II, III.

D'abord, soient α, a, ... les points de contact des courbes III et des méri-

(1) Séance du 20 mai 1935.

(2) *Annales Hydrographiques*, 1927-1928.

diens PaP', ... tangents. Ces points α, a, ... sont sur le grand cercle RR' de pôles SS', et *vice versa* si b, b, ... sont les points de contact des courbes III et des grands cercles SbS', ... tangents à ces courbes, ces points b, b, ... sont sur l'équateur QQ'.



D'autre part, on montre, soit par le calcul, soit directement, que le lieu des points de contact d des courbes I et des parallèles tangents est le grand cercle de pôle R et réciproquement que le lieu des points de contact e des petits cercles de pôle S tangents à ces courbes I, est le grand cercle de pôle Q.

La valeur pratique de ces remarques résulte alors de ceci. On a songé à déterminer un point de la courbe d'égal azimut, laquelle représente un lieu géométrique de l'observateur E, en l'attaquant par le méridien estimé, ou par le parallèle estimé, ou encore par le grand cercle joignant le point S au point estimé. Or ce méridien, ce parallèle, ce grand cercle peuvent ne pas rencontrer la courbe ou la rencontrer très loin du point estimé. Cela aura lieu si le point estimé se trouve au voisinage des points de contact a, b, d.

Mais il y a d'autres restrictions. Soit C le pôle de PS, CH le grand cercle bissecteur de PCS, coupant une courbe I en H. Posons $CH = m$; on a, avec φ_1, latitude de S,

$$\cos m = \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_1}{2}\right) \operatorname{cotg}\frac{z}{2}, \tag{1}$$

$$\frac{dm}{dz} = \frac{\operatorname{cotg} m}{\sin z}. \tag{2}$$

formules qui permettent de construire le tableau suivant :

φ_1.	z.	m.	dm/dz (en H).
0°	91°	$10^\circ,7$	5,3
30	61	11,5	5,6
60	31	14,9	7,3
70	21	17,9	8,6

d'où il résulte qu'une erreur Δz sur z donne sur m, donc sur la *position de la courbe*, une erreur considérablement plus grande. Avec $\varphi_1 = 0^\circ$, $z = 91^\circ$, une erreur de deux minutes sur z déplace la courbe de $11',6$, donc la position de 11,6 milles. Ceci aura lieu au voisinage du point C; c'est-à-dire par faible latitude et le point S étant à faible hauteur, condition qui par contre se trouve favorable à la mesure de z.

Mais supposons qu'en même temps que z on observe la hauteur de S, S étant un astre. z donne un lieu de l'observateur : la courbe d'azimut; la hauteur, un autre lieu : le cercle de hauteur. Le point sera à leur intersection. Or supposons en outre que l'angle en P du triangle PES soit égal à 6^h (angle horaire $\mathcal{H}$ égal à 6^h ou 18^h). Dans ce cas le cercle de hauteur est tangent à la courbe d'égal azimut; puisque le cercle de hauteur n'est autre que le petit cercle de pôle S passant par E. Alors les deux observations simultanées *ne déterminent nullement le point*. C'est ce que montre encore le calcul de l'erreur sur l'angle horaire résultant d'erreurs Δh sur h, ΔA sur A, on a en effet

$$\Delta\mathcal{H} = \text{tang}\,\mathcal{H}(-\,\text{tang}\,h\,\Delta h + \text{cotang}\,A\,\Delta A);$$

et encore les erreurs de même provenance sur la latitude :

$$-\Delta\varphi = \frac{\cos E_1}{\cos\mathcal{H}}\Delta h + \frac{\cos\varphi\sin\mathcal{H}}{\cos\mathcal{H}}\Delta A$$

où φ est la latitude de E, E_1 l'angle parallactique, A l'azimut ($z = \pi + A$).

En résumé les deux ordres de considérations qui viennent d'être exposées conduisent à *ne pas observer* dans le cas où l'on se trouve de part et d'autre du méridien PC et d'autant plus loin que la latitude est plus faible, la zone interdite pouvant être approximativement limitée à un fuseau s'étendant à 15° à l'E et à l'W de PC.

Et même alors le procédé paraît pratiquement loin de la précision obtenue avec le sextant.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Mécanique statistique et équilibre du rayonnement et de la matière*. Note de M. **Georges Allard**, présentée par M. Paul Langevin.

J'ai montré antérieurement [1] comment la méthode de statistique de Planck, convenablement généralisée, permet de retrouver comme cas particuliers les formules de répartition de Bose-Einstein ou de Fermi-Dirac. Dans ces recherches, j'avais supposé implicitement que la probabilité *a priori* pour qu'une cellule d'extension en phase contienne k particules est, soit nulle, soit indépendante de k; par exemple, lorsque toutes ces probabilités sont égales entre elles, la formule de répartition obtenue est celle de Bose-Einstein. On peut généraliser encore la méthode en attribuant une valeur ϖ_k, fonction seulement du nombre k, à cette probabilité *a priori*. En reprenant les mêmes notations que dans mes travaux antérieurs, la probabilité d'une distribution caractérisée par les nombres $g_i^{(0)}$, $g_i^{(1)}$, ..., $g_i^{(k)}$, ..., sera

$$W = \prod_i \frac{g_i\,!}{g_i^{(0)}\,!\,g_i^{(1)}\,!\ldots}\varpi_0^{g_i^{(0)}}\varpi_1^{g_i^{(1)}}\ldots;$$

en écrivant que cette probabilité est maxima, on obtient la loi de répartition suivante :

$$g_i^{(k)} = \alpha_i \varpi_k e^{-k(\gamma+\beta E_i)}.$$

On obtient alors la statistique de Bose-Einstein en faisant égaux entre eux tous les ϖ_k et celle de Fermi-Dirac en les annulant tous sauf ϖ_0 et ϖ_1 qui sont égaux entre eux. Mais on peut aussi faire de nombreuses autres hypothèses; si, par exemple, on suppose que

$$\omega_k = \frac{A}{k\,!},$$

et si l'on calcule le nombre n_i de particules ayant l'énergie E_i, on trouve

$$n_i = g_i e^{-(\gamma+\beta E_i)},$$

c'est-à-dire une loi de répartition conforme à la statistique classique de Boltzmann. L'hypothèse suivante, suggérée par les travaux de L. Bril-

---

[1] *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 342-451, et Thèse, Paris 1935.

louin (¹)

$$\varpi_k = \mathrm{A}\frac{1(1-b)(1-2b)\ldots[1-(k-1)b]}{k!}$$

conduit à la formule

$$n_i = \frac{g_i}{e^{\gamma+\beta \mathrm{E}_i}+b},$$

conformément au résultat obtenu par L. Brillouin.

On peut, inversement, se proposer de rechercher la loi de probabilité *a priori* permettant d'obtenir une loi de répartition quelconque donnée à l'avance; ce problème n'admettra en général qu'une seule solution. C'est ainsi que, dans l'espoir d'obtenir une interprétation de la loi du rayonnement en présence de matière, on peut chercher à trouver la loi de répartition suivante :

$$n_i = \frac{a g_i}{e^{\gamma+\beta \mathrm{E}_i}-1}.$$

En identifiant avec l'expression générale

$$n_i = g_i \frac{\sum_k k \varpi_k e^{-k(\gamma+\beta \mathrm{E}_i)}}{\sum_k \varpi_k e^{-k(\gamma+\beta \mathrm{E}_i)}},$$

on trouve facilement la condition

$$\frac{\varpi_{k+1}}{\varpi_k} = \frac{a+k}{k+1};$$

d'où

$$\varpi_k = \mathrm{A}\frac{a(a+1)\ldots(a+k-1)}{k!};$$

il faut remarquer que cette expression croît indéfiniment avec k si a est supérieur à l'unité, ce qui est le cas pour le problème proposé : le facteur a devrait en effet être égal au cube de l'indice de réfraction r, pour que, conformément à la loi de Kirchhoff, la densité d'énergie rayonnante en présence de matière soit égale au produit de la densité d'énergie dans le vide par r^3. Bien que les séries représentant g_i et n_i soient convergentes si $\gamma + \beta \mathrm{E}_i$ est positif, la croissance indéfinie de la probabilité *a priori* est peu

(¹) *Les statistiques quantiques et leurs applications*, 1930, p. 172.

satisfaisante, et il semble qu'on ne pourra trouver de solution acceptable du problème qu'en établissant un lien plus étroit entre la statistique du rayonnement et celle de la matière en équilibre avec lui.

PHYSIQUE. — *Sur la mesure de la tension superficielle de substances visqueuses telles que les goudrons et bitumes.* Note (1) de M. **André Léauté**, présentée par M. Georges Charpy.

La mesure de la tension superficielle de goudrons et de bitumes a déjà été entreprise par F.-J. Nellensteyn et N.-M. Roodenburg, qui ont utilisé la méthode de la bulle insufflée sous pression au sein du liquide (2). En dépit de ses plus grandes difficultés expérimentales, la méthode des tubes capillaires m'a paru plus apte à fournir une analyse des phénomènes qui accompagnent l'ascension des substances visqueuses.

Dispositif expérimental. — Sur un support commun sont fixées cinq tiges verticales graduées en centimètres et portant un filetage à pas fin, qui permet, à moins d'un centième de millimètre près, de régler leurs positions de façon que les extrémités inférieures affleurent le niveau supérieur de la substance étudiée, placée dans cinq cristallisoirs. A ces tiges sont accouplés cinq tubes capillaires montés sur le même support et plongeant dans les cristallisoirs. Les tubes capillaires, qui doivent être bien circulaires et d'un diamètre constant, sont choisis dans un long tube de verre le long duquel on déplace un index de mercure, de façon à déterminer les portions les plus régulières qui sont ensuite tronçonnées. Leur diamètre, mesuré par visée optique, a été trouvé égal à $0^{mm},56$ pour l'un des tubes et $0^{mm},52$ pour les quatre autres.

Après s'être assuré que les substances essayées mouillent le verre, en observant dans une expérience annexe l'angle de raccordement d'un ménisque formé par elles entre deux tiges verticales et pleines, on place tout le dispositif dans une étuve, réglée à une température fixe et fermée par une vitre, à travers laquelle on mesure, à l'aide d'un cathétomètre, la différence de hauteur entre le niveau de la substance dans chaque tube capillaire et le trait le plus voisin de la tige associée. On note, à des moments régulièrement espacés, l'ascension dans les tubes et, s'il y a lieu, la baisse de niveau dans les cristallisoirs.

(1) Séance du 17 juin 1935.

(2) *Kolloidchemische Beihefte*, 31, 1930, p. 434.

Les expériences, dont les résultats détaillés seront décrits ailleurs, ont porté sur des goudrons, des huiles de houille, des goudrons-bitumes et des bitumes. Ces produits ont été caractérisés par leur densité à 25°C, la courbe de leur viscosité en fonction de la température et leur fractionnement par distillation, ainsi que par la prise de vues microphotographiques. Pour chaque substance, on donne à l'expérience la durée nécessaire pour que l'équilibre soit réalisé sensiblement.

Résultats. — Malgré que les goudrons ou les bitumes aient eu des viscosités très différentes, les valeurs trouvées pour la tension superficielle varient peu.

Nature de la substance.	Désignation de l'échantillon.	Viscosité relative à 70°.	Tension superficielle (tubes supposés parfaitement mouillés) en mg par mm.
Bitumes...........	SX	Infinie	6,5
»	SA	77″	6,5
Goudrons.........	170,4	19,7	7,8
»	238	8,5	7,4
»	237	7,6	6,8
»	Fluxés	5,7	6,8

La petitesse des différences observées s'explique par le fait que les substances étudiées sont de fines émulsions de brais dans l'huile et que c'est la tension superficielle de ce liquide intergranulaire qui règle l'ascension.

Mais les valeurs ci-dessus sont à peu près doubles de celles que, par l'insufflation de bulles, J. Nellensteyn et N. M. Roodenburg ont obtenues à 60° C., pour le liquide intergranulaire de divers goudrons ou bitumes. Il y a donc divergence entre les résultats des deux méthodes.

D'autre part, M. Dubrisay a appliqué aux goudrons 238 et 237, seuls ou fluxés, la méthode des gouttes en milieu aqueux, et obtenu des valeurs relatives de la tension interfaciale, qui se classent dans l'ordre inverse des viscosités. Ce résultat est, lui aussi, en discordance avec les chiffres du tableau ci-dessus. Or la méthode que j'ai employée donne, pour les mêmes produits, des valeurs différant beaucoup entre elles, si l'on effectue les mesures au bout d'un temps insuffisant pour que l'équilibre soit établi. Ce temps, qui atteint 360 heures pour le bitume SX, est encore de quelques minutes pour le goudron le plus fluide. Pour la mesure de la tension superficielle des substances visqueuses, la question de la légitimité des méthodes qui ne sont pas rigoureusement statiques, comme l'est celle des tubes capillaires, est donc ouverte, et il est permis de se demander si, pour des

substances aussi peu fluides que les goudrons ou les bitumes, la formation de gouttes ou de bulles et l'arrachement d'un disque peuvent se faire assez lentement pour que les forces de viscosité ne faussent pas la mesure.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse des chlorures de nickel et de cobalt en solution dans les mélanges d'eau et d'alcool éthylique.* Note de M. **Claude Charmetant**, présentée par M. Georges Urbain.

Après avoir étudié l'électrolyse du chlorure de zinc en solution hydro-alcoolique ([1]), j'ai entrepris l'étude de l'électrolyse des chlorures de nickel et de cobalt en solution hydroalcoolique.

1. *Électrolyse des solutions de chlorure de nickel.* — Les solutions employées contiennent 80g de chlorure de nickel par litre, les électrodes sont en platine, les densités de courant utilisées sont de 1, 2, 4 ampères au décimètre carré. Les phénomènes anodiques sont les mêmes qu'avec le chlorure de zinc : aux faibles teneurs en alcool, une petite partie du chlore libéré se dégage dans l'atmosphère, le reste réagit sur le solvant en formant de l'acide chlorhydrique et en oxydant l'alcool à l'état d'aldéhyde; aux concentrations plus fortes en alcool (à partir de 150g au litre) on peut considérer la transformation en acide comme complète : on vérifie qu'on a la même quantité d'ions Cl^- avant et après électrolyse; comme dans le cas du chlorure de zinc, on constate que la quantité d'aldéhyde formé n'est que de 50 à 60 pour 100 de la quantité théorique, sous les densités de courant de 1 et 2 ampères au décimètre carré, et seulement de 35 à 45 pour 100 sous une densité de 4 ampères au décimètre carré.

A la cathode il n'y a pas de dépôt de nickel, mais formation d'un oxyde hydraté de nickel et fort dégagement d'hydrogène : dans les solutions à faible teneur en alcool, comme d'ailleurs dans l'eau, le dépôt est noir, il devient vert sombre au cours de l'électrolyse ; avec des solutions plus concentrées (300g d'alcool au litre) sa teinte est plus claire, et avec des solutions à 450g au litre elle l'est davantage; ce dépôt analysé après dessiccation à l'étuve contient 50 a 55 pour 100 de nickel. A mesure que se poursuit l'électrolyse l'acide formé à l'anode vient dissoudre le dépôt cathodique et dès qu'une partie de l'électrode est mise à nu, il s'y dépose du nickel métallique; l'oxyde disparaît progressivement pour faire place au nickel :

([1]) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 380.

dans les solutions à 150g d'alcool au litre sous 2 ampères au décimètre carré, dès 2 heures, le nickel commence à se déposer et après 5 ou 6 heures l'oxyde a complètement disparu : le rendement en nickel est de 24 pour 100 après 6 heures; sous 4 ampères le dépôt de métal commence dès 1 heure, les rendements sont très faibles ; sous 1 ampère le dépôt de nickel ne commence que bien plus tard. Avec des solutions plus concentrées en alcool le métal se dépose plus difficilement : avec la solution de 450g d'alcool au litre on n'obtient plus aucun dépôt de nickel. Enfin on a mesuré le volume d'hydrogène dégagé et l'on constate qu'il est égal au volume calculé d'après la loi de Faraday, lorsqu'il n'y a pas dépôt de nickel.

En opérant en solution légèrement acide (0,006N), les phénomènes anodiques sont toujours les mêmes, mais à la cathode il n'y a pas dépôt d'oxyde, le nickel apparaît et l'hydrogène se dégage; sous 1 ampère au décimètre carré le nickel déposé est bien adhérent : aux faibles concentrations en alcool il est gris et mat, aux fortes concentrations il prend l'aspect métallique brillant; sous 2 ampères au décimètre carré, le dépôt est irisé sur les bords; sous 4 ampères au décimètre carré, il adhère mal; l'analyse du dépôt au moyen de la diméthylglyoxime montre que le nickel est très pur. On constate que la teneur en acide nécessaire pour éviter le dépôt d'oxyde est plus forte aux fortes concentrations en alcool : avec la solution à 600g au litre il faut une acidité 0,01 N, avec 700g au litre l'acidité doit être 0,02N. Le rendement en nickel diminue avec le temps, il diminue aussi notablement lorsque la densité de courant augmente, enfin, on constate qu'il diminue d'abord, à mesure qu'augmente la teneur en alcool, il y a un minimum vers 150g au litre d'alcool; avec des teneurs supérieures en alcool, les rendements vont en augmentant régulièrement; dans l'alcool concentré on a de très bons rendements.

Rendements en nickel.

	Pour 100.					
Concentrations en alcool en grammes par litre.	0.	75.	150.	300.	450.	700.
Rendements sous 1 A/dm² après 4 heures.	70	60	60	78	88	95
» » 2 A/dm² » 2 » .	72	60	60	80	91	94
» » 2 A/dm² » 4 » .	67	49	46	56	73	86
» » 4 A/dm² » 2 » .	–	–	50	60	71	83
» » 4 A/dm² » 3 » .	–	–	34	41	52	70

Il se dégage en même temps de l'hydrogène que l'on peut recueillir : à l'inverse de ce qui a été trouvé pour l'électrolyse du chlorure de zinc ou celle du chlorure de nickel en milieu neutre, on n'a jamais le rendement

théorique en hydrogène calculé par différence d'après le rendement en nickel.

2. *Électrolyse des solutions de chlorure de cobalt.* — Les solutions employées contiennent 80g de chlorure de cobalt au litre, les densités de courant sont de 1,2 ou 4 ampères au décimètre carré. Les phénomènes anodiques sont les mêmes que dans le cas précédent. A la cathode, à l'inverse de l'électrolyse du chlorure de nickel, en milieu neutre il y a toujours dépôt de cobalt et dégagement d'hydrogène : on dose le cobalt par transformation en sulfate et pesée à l'état de CO^3O^4 après passage au mouffle, on vérifie que le dépôt est toujours très pur. Le rendement diminue avec le temps, il diminue aussi quand la densité de courant augmente, et comme pour le chlorure de nickel quand augmente la teneur en alcool, le rendement diminue d'abord; il y a un minimum vers 100g par litre, puis avec des teneurs de plus en plus élevées le rendement augmente régulièrement.

Rendements en cobalt.

	Pour 100.					
Concentrations en alcool (en grammes par litre).......	0.	75.	150.	300.	450.	700.
Rendements sous 1 A/dm² après 4 heures...........	71		76	87	94	94
» 2 A/dm² après 2 heures...........	78	73	85	88	95	94
» 2 A/dm² après 4 heures...........	63	60	66	75	87	86
» 4 A/dm² après 4 heures...........			43	48	55	

Enfin, de même que pour le chlorure de nickel, on n'a jamais le rendement théorique en hydrogène calculé par différence d'après le rendement en cobalt.

MAGNÉTISME. — *Aimantation à chaud des poudres ferromagnétiques*
Note (1) de M. **Hubert Forestier**, transmise par M. Pierre Weiss.

Au cours de l'étude thermomagnétique du sesquioxyde de fer (oligiste) et des ferrites (2), j'ai signalé que ces produits magnétiques pulvérulents peuvent acquérir une aimantation rémanente assez importante par refroidissement dans le champ magnétique, après un premier chauffage au-delà du point de Curie. Cette aimantation à chaud semblant varier d'une

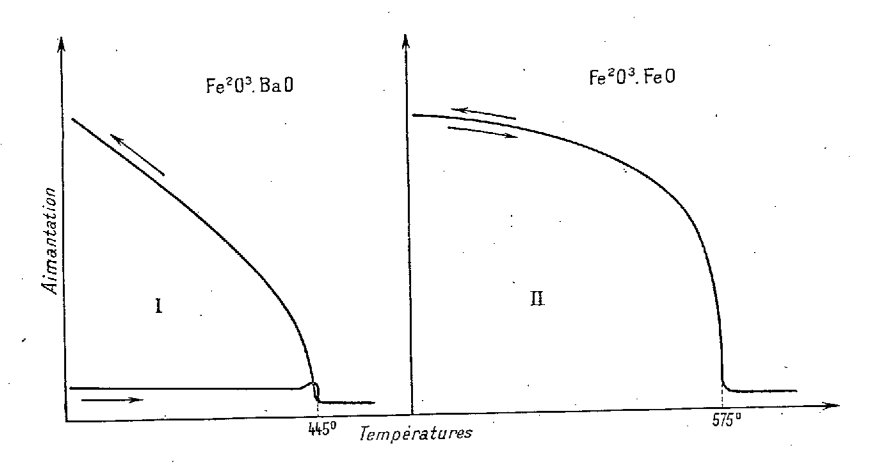
(1) Séance du 17 juin 1935.

(2) *Ann. de Chim.*, 10e série, 9, 1928, p. 389; voir aussi H. Forestier et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 787.

manière assez considérable suivant les conditions de l'expérience, il m'a paru intéressant de rechercher les principaux facteurs du phénomène.

Nous envisagerons successivement les différents types de composés ferromagnétiques étudiés :

1° *Ferrites* (*obtenus par précipitation*) [1]. — D'une manière générale, le phénomène est d'autant plus accentué que le champ est plus faible (*fig.* 1); il disparaît complètement dans les champs forts (limite atteinte : 1400 gauss) chez les ferrites à structure cubique type spinelle (*fig.* 2); il subsiste, mais atténué, chez les ferrites du type hexagonal compact ($Fe^2O^3.BaO$, $Fe^2O^3.SrO$, $Fe^2O^3.PbO$). Rappelons ici que les ferrites instables anhystérétiques ($Fe^2O^3.CaO$, $Fe^2O^3.CdO$) dont le champ coercitif est très faible, ne présentent pas ce phénomène [2].



Si l'on étudie l'influence de la grosseur des grains sur le ferrite de fer $Fe^2O^3.FeO$, qu'il est facile d'avoir en gros cristaux (magnétite naturelle), on constate que l'aimantation à chaud, encore insensible pour des grains d'un diamètre égal ou supérieur à $0^{mm},07$, apparaît seulement lorsque la substance a été broyée aussi finement que possible au mortier d'agate, la poudre est alors équivalente, à ce point de vue, aux ferrites obtenus par précipitation.

2° *Sesquioxyde de fer* (*Oligiste*). — La rémanence thermomagnétique, très marquée, varie peu avec le champ magnétique — la saturation nécessitant probablement un champ considérable. — L'influence de la dimension

---

[1] et [2] H. Forestier, *loc. cit.*

des grains, étudiée à partir de cristaux d'oligiste pulvérisés, est analogue à celle que nous avons signalée pour le ferrite de fer. Des paillettes d'oligiste, préparées par recristallisation, dans le borax fondu de Fe^2O^3 précipité, n'ont montré aucune aimantation à chaud; ces paillettes s'orientaient toujours parallèlement au champ magnétique. J'ai alors étudié le phénomène sur un cristal d'oligiste spéculaire particulièrement pur, en fonction de l'orientation du cristal, l'expérience a montré que l'aimantation à chaud, très forte lorsque l'axe ternaire était parallèle au champ, s'annulait complètement lorsque cet axe se plaçait dans une position perpendiculaire. Une expérience du même genre faite sur un cristal de magnétite m'a conduit à un résultat entièrement négatif, quelle que soit l'orientation donnée au cristal.

3° L'étude du fer pur réduit à basse température (poudre très fine) et de son carbure Fe^3C (cémentite) a montré que la cémentite présentait le même phénomène que les ferrites stables, mais que le fer, ayant un champ coercitif très faible, ne possédait, comme les ferrites anhystérétiques, aucune rémanence thermomagnétique.

En résumé, la rémanence thermomagnétique paraît dépendre de trois facteurs fondamentaux :

1° champ coercitif;

2° finesse des grains;

3° structure cristalline;

Les deux derniers étant des facteurs d'anisotropie magnétique. Lorsque la structure n'est pas cubique, on constate un effet magnétocristallin, qui peut se superposer, dans la poudre, au facteur dimensions des grains (cas de Fe^2O^3 et des ferrites hexagonaux); un tel corps se comporte alors comme s'il avait une dureté magnétique considérable; *dureté plus facile à vaincre au voisinage du point de Curie où l'aimantation spontanée prend des directions privilégiées et par conséquent une résultante de grandeur appréciable. Cette résultante s'amplifie ensuite au refroidissement, conformément à la loi de variation thermique de l'aimantation spontanée* [1].

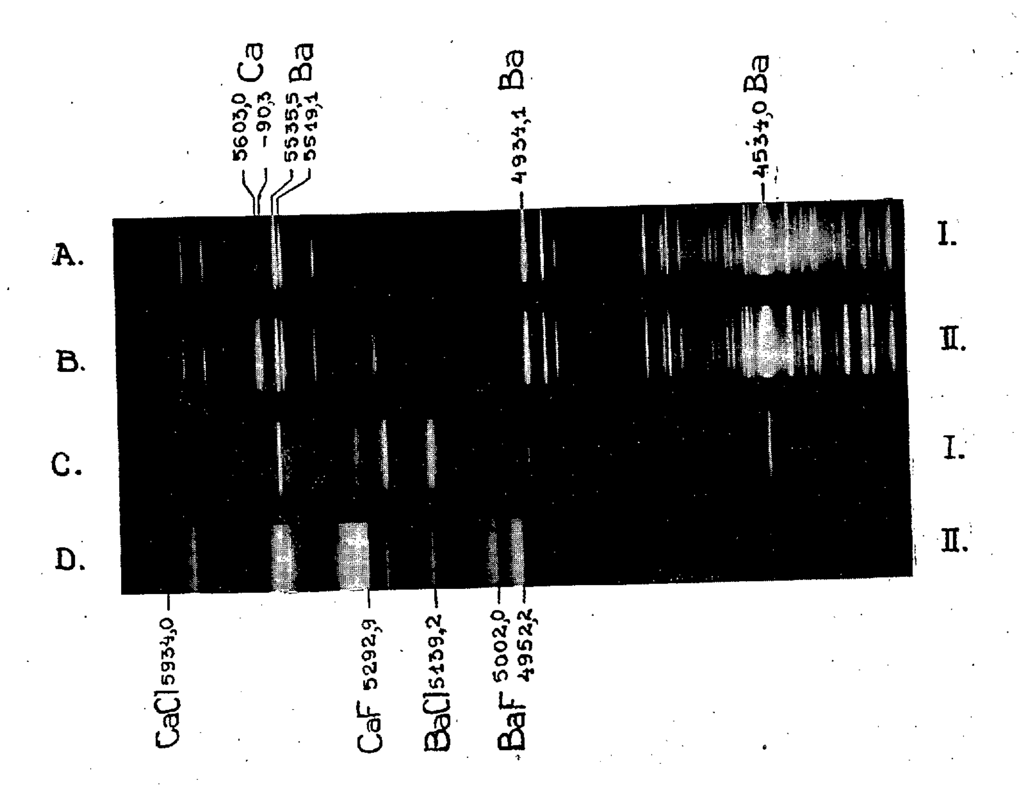
---

(1) Au moment de transmettre cette Note, nous avons eu connaissance d'une communication de MM. A. Michel et G. Chaudron sur le même sujet (*Bulletin des séances de la Société chimique*, 1935, p. 16). Cette communication rencontre notre travail sur un point : influence du champ magnétique, où nos conclusions sont identiques. Nous venons de montrer par ailleurs l'importance de deux autres facteurs : structure cristalline et dimensions des grains.

SPECTROSCOPIE. — *Étude de la structure de l'arc électrique.* Note (1) de M. **Nicolas Szulc**, présentée par M. A. Cotton.

M. Peczalski a étudié la structure de l'arc électrique en observant au travers de l'une des électrodes le rayonnement de l'intérieur de l'arc (2). Nous avons continué ces recherches.

L'arc a été produit entre deux électrodes en charbon, de 6^{mm} de diamètre extérieur, placées dans un plan horizontal à angle droit l'une de l'autre. L'électrode servant de cathode a été perforée sur sa longueur et par le



canal ainsi formé (de 3^{mm} de diamètre), on a observé le rayonnement des diverses parties de l'arc, en mettant le bout de la cathode perforé dans ces diverses parties.

(1) Séance du 24 juin 1935.

(2) T. Peczalski, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 405.

L'électrode servant d'anode contenait le sel qui activait l'arc. L'intensité du courant était de 10 ampères.

La figure ci-dessus contient les photographies des spectres du rayonnement émis par l'arc I formé dans les vapeurs de $BaCl^2$ et par l'arc II formé dans les vapeurs du mélange de 50 pour 100 $BaCl^2$ et de 50 pour 100 de CaF^2.

A et B, qui se rapportent à la partie centrale des arcs I et II, sont surtout des spectres de lignes dues au rayonnement des atomes de Ba et Ca.

Les spectres C et D (spectres des couches extérieures des arcs I et II) contiennent des raies de bandes : C les raies émises par BaCl [1], et D les raies de BaF, BaCl, CaF, CaCl [2].

Dans les parties centrales de l'arc les molécules des sels sont dissociées, et dans les parties extérieures il se forme des composés à partir des éléments dissociés.

Ces faits permettent d'indiquer ce qui suit à propos de la structure de l'arc :

De la partie centrale de l'arc le gaz atomique, produit de dissociation des molécules, s'étend à l'extérieur. En s'éloignant de la partie centrale de l'arc le gradient de potentiel électrique diminue et les atomes du gaz, passant par des régions de gradient du champ électrique décroissant, vont se trouver dans des états d'excitation de plus en plus faibles et ils cessent de rayonner lorsque l'énergie des électrons excitants tombe au-dessous de l'énergie de résonance des atomes. Ainsi s'expliquent les régions sombres entourant les parties centrales de l'arc, régions facilement observables avec l'arc entre électrodes de charbon. Dans des régions où l'énergie cinétique moyenne des atomes est plus petite que leur énergie de dissociation il se produit des liaisons moléculaires.

Dans le cas étudié les spectres de bandes provenant du rayonnement des couches gazeuses extérieures apparaissent dans l'ordre décroissant de leur énergie de dissociation Q : Pour BaCl, $Q = 466$ kilojoules; pour CaCl, $Q = 409$ kilojoules [3].

Les couches contenant les trois premiers et le dernier de ces composés sont nettement observables en projetant le rayonnement global de cet

---

(1) K. Hedfeld, *Zeit. f. Phys.*, 68, 1931, p. 610.

(2) R. C. Johnson, *Proc. Roy. Soc. Lond.* (A), 122, 1929, p. 189; K. Hedfeld, *loc. cit.*

(3) *International Crit. Tabl.*, 5, 1929, p. 196 et 198.

arc (II) sur un écran. On observe trois parties, de colorations différentes, de l'arc; une partie centrale violet sombre, une première couche extérieure de couleur verte (rayonnement de BaF, CaF, BaCl) et une deuxième couche de couleur jaune rouge (due au rayonnement de CaCl).

Les atomes et les molécules des vapeurs formant l'arc perdent leur énergie cinétique par des chocs avec les molécules d'air et ils excitent leurs rayonnements. Ce rayonnement est visible sur la photographie C où l'on observe un fond formé par les bandes des molécules composant l'atmosphère extérieure à l'arc.

Les composants chimiques endothermiques apparaissent dans la partie centrale de l'arc, leur rayonnement est surtout bien visible dans l'arc à charbon non activé où l'on observe des bandes de CN(Q = 296 kilojoules) [1].

On peut en conclure que l'arc électrique se divise en deux parties : 1° une partie conductrice où l'énergie électrique est dépensée en partie à produire la dissociation des molécules de composés exothermiques et la formation de composés endothermiques et 2° une partie peu conductrice où se forment des composés exothermiques.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les modes de vibration de dérivés dihalogénés 1-2 de l'éthane*. Note de MM. **Hua-Chih Cheng** et **Jean Lecomte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous nous proposons d'identifier certains modes de vibration de dérivés dihalogénés 1-2 de l'éthane, d'une part avec les raies des spectres Raman mesurées par l'un de nous (Cheng), et, d'autre part, avec les maxima d'absorption infrarouges que nous avons déterminés en collaboration.

I. Dans la partie du spectre correspondant à des fréquences inférieures à 1000 cm^{-1} dont nous nous occuperons d'abord, les atomes d'hydrogène ne jouent qu'un rôle très faible. Aussi écrirons-nous la formule des composés étudiés X.M.M.X ($M = C + H$ et $X = Cl$, Br, I). Nous devons alors, pour chacun de ces dérivés, trouver six fréquences fondamentales. Mais ce nombre est très inférieur à celui des fréquences observées dans l'infrarouge ou au moyen de l'effet Raman. Nous avons été ainsi conduits à reprendre une hypothèse déjà énoncée antérieurement par certains auteurs,

---

(1) *Loc. cit.*, p. 181.

et suivant laquelle les dérivés dihalogénés 1-2 de l'éthane pouvaient exister sous deux formes stéréoisomères cis et trans. Au lieu de six, il y aurait douze fréquences fondamentales. Nous les avons représentées sur la figure, dans le cas d'une molécule symétrique, par exemple, pour le dichloro 1-2 éthane, en indiquant, pour chacune d'elles, s'il s'agit d'une fréquence de valence (ν) ou d'une fréquence de déformation (δ), et si l'on doit s'attendre à trouver une bande Raman ou infrarouge en ce point du spectre. Les deux atomes de carbone (et l'hydrogène) sont au centre, et les atomes d'halogène aux extrémités de la chaîne.

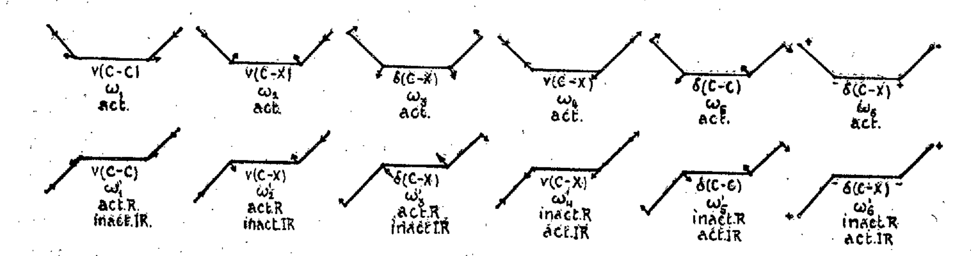


Tableau des fréquences observées (en cm^{-1}).

Attribution.	$ClCH^2-CH^2Cl$.		$ClCH^2-CH^2Br$.		$BrCH^2-CH^2Br$.		$ClCH^2-CH^2I$.		ICH^2-CH^2I.	
	Raman.	Infrarouge.	Raman.	Infrarouge.	Raman.	Infrarouge.	Raman.	Infrarouge.	Raman.	Infrarouge.
ω_6	130?	*	–	*	–	*	–	*	–	*
ω'_6	inac.	*	–	*	inac.	*	–	*	inac.	*
ω_3	264	*	211	*	–	*	183	*	–	*
ω'_3	298	inac.	246	*	187	inac.	–	*	–	inac.
ω_5	410	*	386	*	356	*	365	*	–	*
ω'_5	inac.	*	–	*	inac.	*	–	*	inac.	*
ω_2	653	656	568	569	552	550	510	*	–	*
ω_4	676	676	630	631	583	587	574	576	512	*
ω'_4	inac.	707	662	664	inac.	651	655	655	inac.	635
ω'_2	749	inac.	720	722	658	inac.	703	702	582	inac.
ω_1	879	878	852	858	–	834	–	817	–	721
ω'_1	940	937	919	917	897	896	904	896	–	778

Le signe – indique que la bande n'apparaît pas dans les déterminations expérimentales.

Le signe * signifie que les mesures n'ont pas été faites dans la région spectrale.

Ce tableau reproduit, pour l'effet Raman des trois premiers corps, des mesures non publiées de l'un de nous (Cheng) et pour les deux derniers, des nombres qui nous ont été communiqués par M. Kohlrausch. Celui-ci nous avait indiqué que les déterminations sur le diiodo-éthane étaient incomplètes.

Pour établir la correspondance entre les différents modes de vibration et les maxima observés, telle qu'elle résulte du tableau précédent, nous avons tenu un compte exact des états de polarisation des raies Raman, qui avaient été déterminés antérieurement par l'un de nous. Ainsi les vibrations ω_1, ω_2, ω_3, ω'_1, ω'_2, ω'_3 correspondent à des raies Raman polarisées et les vibrations ω_4, ω_5, ω_6 à des raies Raman dépolarisées. Lorsque les deux atomes d'halogène sont différents, certaines vibrations deviennent permises : ω'_1, ω'_2, ω'_3 peuvent alors correspondre à des bandes infrarouges, et ω'_4, ω'_5, ω'_6 à des raies Raman, et on trouve qu'il en est bien ainsi. L'ordre de grandeur des fréquences adoptées pour les différents modes de vibration, correspond à celui que donne le calcul par les formules de Lechner, ou encore à celui que nous indiquaient nos travaux antérieurs.

Ainsi donc, si l'on admet la possibilité de deux formes stéréoisomères, il existe une concordance fort satisfaisante entre la théorie et nos résultats expérimentaux. La difficulté la plus importante se rencontre avec la fréquence ω'_1 qui devrait être inactive dans l'infrarouge, alors que nous avons mesuré une bande assez forte, que nous ne pouvons interpréter par un autre mode de vibration de la molécule. Cette divergence peut s'expliquer, soit par une légère dissymétrie de la molécule qui rendrait active cette fréquence, soit par une sorte de couplage entre la fréquence active ω_1 et la fréquence inactive ω'_1, qui sont assez rapprochées.

II. En plus des modes de vibration précédents, nous avons encore à considérer, pour chacune des deux formes cis et trans, 12 vibrations fondamentales dans lesquelles l'hydrogène joue un rôle important. Quatre d'entre elles sont des vibrations de valence qui se placent aux environs de 3000 cm^{-1} et dont nous avons pu mesurer de nombreux harmoniques et de nombreuses bandes de combinaison dans le spectre d'absorption situé entre 9000 et 12000 cm^{-1}. Les 8 autres vibrations fondamentales correspondent à des déformations de la molécule et s'échelonnent entre 1000 et 1400 cm^{-1}. En raison du grand nombre de vibrations possibles, nous n'avons pu, jusqu'ici, pousser l'identification jusqu'au bout. Nous indiquerons seulement la présence d'une vibration très remarquable, surtout très bien marquée dans le spectre d'absorption infrarouge et déjà signalée antérieurement par l'un de nous pour d'autres dérivés halogénés, qui se déplace systématiquement de 1243 à 1128 cm^{-1} en passant du dichloro 1-2 au diiodo 1-2 éthane. Cette vibration, ainsi que nous nous en sommes assurés, apparaît seulement quand il existe simultanément dans la molécule C, H et un halogène (Elle manque, par exemple, dans les spectres infrarouge ou Raman des corps $CCl^3—CN$ ou $CCl^3—COCl$).

SPECTROSCOPIE. — *Phosphorescence du peroxyde d'azote. Intensité des bandes du deuxième groupe positif de* N_2. Note de **Michel Duffieux**, présentée par M. Aimé Cotton.

La phosphorescence (ou post-luminescence) des mélanges d'azote et d'oxygène après leur passage dans la décharge électrique présente deux aspects différents dont les conditions de substitution ont été étudiées par Hertzberg (1):

1° la phosphorescence mauve dite *de l'azote actif* dont le spectre comprend plusieurs groupes de bandes : premier et deuxième groupes positifs de N_2, groupe γ de NO.

2° la phosphorescence jaune dite *de l'air* caractérisée par un spectre continu que Strutt a attribué à la molécule NO^2.

Le spectre visible de cette phosphorescence a été décrit par Lewis puis par Zenneck et Strasser (2) qui y ont trouvé en plus du spectre continu qui s'étend du rouge au bleu, des bandes du deuxième groupe positif de N_2. Je n'ai pu trouver la description de son spectre ultraviolet qui avait été promise par Hertzberg. J'ai étudié cette phosphorescence dans la décharge à travers un courant de peroxyde d'azote qui la donne avec une remarquable intensité.

Le tube à décharge de 1m de long est traversé par un courant de NO^2 pur dont la vitesse est de 4 m/s sous une pression de quelques dixièmes de millimètre de mercure. Il est alimenté par du courant alternatif redressé par un kénotron. La cathode est du côté de la sortie des gaz pour éviter la dissociation prématurée du peroxyde. L'intensité du courant électrique est réglée de façon que la phosphorescence, au moins visible, soit maximum à la sortie du tube. On n'observe donc le long de la décharge que les trois premiers états de Zenneck et Strasser : I jaune-vert, II violet, III, jaune-orangé. C'est à peine si le premier groupe positif de N^2 apparaît, rose, à la sortie, dans l'axe du tube.

Le tube est examiné en bout à travers une fenêtre de quartz. Les spectres de la décharge et de la phosphorescence sont isolés à l'aide d'un disque à secteur ou d'un disque à fentes spirales mus par un moteur synchrone. Dans le premier cas l'un des deux spectres est occulté. Dans le deuxième

(1) *Zts f. Phy.*, 46, 1928, p. 878.

(2) *Phys. Z.*, 12, 1911, p. 1201.

cas on obtient l'enregistrement continu des spectres émis pendant une période grâce au dispositif optique suivant : l'image de la fente spirale est projetée sur la fente du spectrographe par un bon objectif quartz-fluorine. Des lentilles collectrices en quartz placées au contact du disque et de la fente du spectrographe, assurent un éclairement uniforme et la conservation du flux. Au cours de chaque période l'image de la fente spirale balaye la fente du spectrographe avec une vitesse uniforme inscrivant ainsi, le long des raies, l'évolution du spectre.

La partie ultraviolette a été photographiée avec un spectrographe en quartz (ouvert à $f/5$) suffisamment dispersif pour isoler les bandes ou groupes de bandes caractéristiques. La partie visible a été reprise avec des spectrographes en verre beaucoup plus dispersifs.

Le spectre de la décharge comprend :

1° du côté des grandes longueurs d'ondes (au-dessous du bleu) le spectre continu; des raies de l'oxygène et d'autres qui coïncident avec des raies telluriques; le premier groupe positif de N_2 très faible; des bandes qui coïncident avec certaines des *bandes de Gehloff* : une bande de vibration-rotation dont la raie centrale (nulle) est très voisine de 6000, trois bandes électroniques dégradées vers le violet : 5400, 5520, 6535, la deuxième déjà signalée par Kneser [1], la troisième identique sans doute à la bande trouvée par Cabannes dans la lumière du ciel nocturne; une bande floue autour de 6300.

2° du côté du violet et de l'ultraviolet : le deuxième groupe positif de N_2, les groupes β et γ de la molécule NO.

Même sur les clichés surexposés, je n'ai pu apercevoir de bandes du quatrième groupe positif de N_2 signalé cependant par Kneser comme assez intense dans toute la décharge.

Le spectre de la phosphorescence comprend :

1° du côté des grandes longueurs d'ondes : le spectre continu seul;

2° du côté du violet et de l'ultraviolet : le deuxième groupe positif de N_2 et le groupe γ de NO.

Le groupe β de NO disparaît à la fin de la décharge en même temps que toutes les raies ou bandes du côté des grandes longueurs d'onde. Le spectre de cette phosphorescence n'a donc en commun avec celui de l'azote actif que le groupe γ de NO.

Intensité des bandes du deuxième groupe positif de N_2. — La répartition

---

(1) *Ann. d. Phy.*, 79, 1926, p. 585.

de l'intensité entre les bandes du deuxième groupe positif est analogue dans la décharge et la phosphorescence, mais dans les deux cas elle paraît au premier abord très différente de celle que l'on observe habituellement dans l'azote pur ou l'air. Dans la phosphorescence elle est la suivante :

v'' \ v'	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
0	10	8	4	1	0	0	–
1	8	–	4	1	0	0	0
2	0	4	–	0	1	0	0
3	–	0	0	–	–	0	0
4	–	–	–	–	–	–	–

les bandes à peine visibles étant marquées o.

Si l'on compare avec la distribution dans l'azote ou l'air on voit immédiatement que la courbe parabolique des maxima relatifs de Condon reste la même, mais que les transitions sont dans le peroxyde plus étroitement limitées aux transitions les plus probables, surtout au voisinage du sommet de la parabole. Cette distribution particulière de l'intensité est visiblement liée à la fois aux probabilités internes de transition et au milieu chimique, c'est-à-dire aux chocs non élastiques.

OPTIQUE. — *Dépolarisation de la lumière par les solutions colloïdales, les précipités cristallins et les dépôts solides sur verre.* Note de M. **Stéfan Procopiu**, présentée par M. Aimé Cotton.

Un faisceau de lumière polarisée qui traverse des liquides non homogènes est partiellement dépolarisé, si les particules en suspension sont biréfringentes (1). Le but de cette Note est de montrer que l'étude de cette dépolarisation, comme la méthode fondée sur l'emploi des rayons X, peut renseigner sur l'anisotropie des particules en suspension, qu'elle permet en outre dans le cas des précipités, de suivre la formation de microcristaux et

(1) St. Procopiu, *Comptes rendus*. **173**, 1921, p. 409; *Annales de physique*, 10e *série*, **1**, 1924, p. 270. Le phénomène a encore été étudié par P. Groll, *Phys. Zeit.* **25**, 1924, p. 233; W. Kœnig, *ibid*, p. 238; G. Pokrowski, *Zeit. f. Phys.*, **32** 1925, p. 713. B. Mukhopadhyay (*Indian J. of Phys.*, **7**, iv, 1932, p. 307) avait nié l'existence du phénomène pour des suspensions de quartz mais il a bien voulu m'écrire qu'il a changé d'opinion.

leur vitesse de cristallisation. Enfin, dans le cas des dépôts solides sur verre (obtenus en faisant fondre certaines substances comme les acides gras ou en faisant évaporer des solutions hétérogènes), on peut voir si les particules sont biréfringentes ou si elles sont orientées régulièrement sur le verre.

On mesure la quantité de lumière dépolarisée par la méthode de Cornu. La lumière d'un arc au mercure traverse un nicol polariseur, la cuve contenant le liquide à étudier (2 à 5^{cm} de longueur), un biréfringent (Wollaston) à deux images, un nicol analyseur et une lunette. En enlevant d'abord le liquide, on dispose le biréfringent entre deux nicols croisés de façon à éteindre les deux images données par le biréfringent. Si l'on interpose alors le liquide et si la lumière est partiellement dépolarisée une des images réapparait. En tournant l'analyseur d'un angle α on peut arriver à voir les deux images également brillantes dans le champ de la lunette, α est alors *l'angle de dépolarisation.*

Résultats expérimentaux. — I. L'angle de dépolarisation augmente avec la biréfringence des particules en suspension. Des suspensions de sidérose et de calcite dans le pétrole, de même concentration ($0^{mg},1$ par centimètre cube) ont donné dans un tube de $5^{cm},5$ de longueur les angles α de dépolarisation suivants :

	Sidérose.	Calcite.
$\|n_o - n_e\|$	0,31	0,17
α	10°	6° 21′

La biréfringence $|n_0 - n_e|$ et l'angle α varient, en gros, de la même façon.

2. La dépolarisation de la lumière dépendant de la biréfringence et de la concentration des particules en suspension pourra nous renseigner sur la formation des précipités cristallins. J'ai employé un fin précipité de carbonate de calcium, celui qui a déjà servi à Cotton et Mouton [1] dans leur étude sur les propriétés magnéto-optiques des colloïdes. Dans des solutions diluées (azotate de calcium et carbonate de soude), les particules se forment, grossissent puis commencent à tomber; l'angle α de dépolarisation augmente depuis zéro jusqu'à une valeur maxima, puis commence à diminuer. Le temps écoulé jusqu'à l'apparition du maximum renseigne ainsi sur le temps de formation des particules cristallines d'une certaine grosseur. Ce temps t dépend de la concentration des solutions, comme il résulte du

(1) A. Cotton et H. Mouton, *Annales de Chim. et de Phys.*, 8e série, **11**, 1907, p. 202.

tableau suivant :

Concentration............	$\frac{n}{40}$.	$\frac{n}{80}$.	$\frac{n}{100}$.	$\frac{n}{160}$.	$\frac{n}{320}$.
Temps t (minutes)........	6	9,5	11	30	60
Dépolarisation α..........	7° 40′	3° 23′	2° 16′	1° 30′	0° 30′

On constate que plus les solutions sont étendues et plus sera grand le temps de formation des particules cristallines de même diamètre.

Un précipité pris au début de sa formation, déposé et séché sur verre, montre au microscope des particules paraissant sphériques, de grandeur $0^{\mu},8$. *C'est l'ordre de grandeur des particules les plus petites qui donnent la dépolarisation.*

3. Les colloïdes dépolarisent la lumière si les particules en suspension sont transparentes, biréfringentes et si leurs dimensions sont plus grandes que les longueurs d'ondes lumineuses.

Un sol de pentoxyde de vanadium (ancien de 5 ans), qui manifeste une forte biréfringence par écoulement, ne présente aucune dépolarisation. Le même sol, transformé en gel, avec des particules de l'ordre de 1 micron (des expériences ont été faites avec des gels entre 1 et 10^{μ}) dépolarise la lumière. Transformé en coagulum par un électrolyte polyvalent (azotate de lanthane), il ne dépolarise plus la lumière. Un gel de vanadium fraîchement préparé, des colloïdes Bredig d'argent, d'or, etc., une solution colloïdale de soufre ne donnent pas de dépolarisation.

Les suspensions de cellulose, d'amiante donnent la dépolarisation. Dans tous ces cas, *les particules sont biréfringentes, transparentes et microscopiques* (non pas ultramicroscopiques).

4. Le gel de vanadium et les précipités cristallins déposés et séchés sur une plaque de verre dépolarisent la lumière qui les traversent.

Les *émulsions photographiques* (plaques photographiques non exposées) dépolarisent la lumière : une telle émulsion partiellement dissoute par l'hyposulfite de soude permet d'obtenir des angles α de dépolarisation compris entre zéro et 45°. *Une feuille de papier* transparente (cellulose presque pure) dépolarise complètement la lumière qui la traverse.

Les *acides palmitique et stéarique*, déposés en couche mince sur le verre, présentent des plages et des filaments biréfringents dont on constate l'existence en tournant la plaque entre les nicols. Si ces plages et ces filaments étaient plus petits, on observerait une plage unique dépolarisée.

Ces résultats montrent que la dépolarisation provient de la biréfringence des particules élémentaires disposées au hasard et qu'elle peut servir aux

recherches indiquées plus haut. Son étude fournit une confirmation des résultats fournis par l'étude des rayons X, elle montre que l'émulsion photographique et la cellulose du papier sont constitués par des particules biréfringentes probablement plus grandes que 1 micron.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Variation de longueur d'un ciment en fonction de l'état hygrométrique de l'air.* Note [1] de M. MAURICE LUCAS, présentée par M. Albert Caquot.

On sait que le poids des ciments est conditionné par l'état hygrométrique de l'air ambiant [2].

Il en est de même pour la longueur. L'amplitude de ces variations a été déterminée pour un ciment durci, de la façon suivante : une mince baguette de ciment fixée par une extrémité sur un support en fer s'appuyait par l'autre contre le doigt d'un comparateur (amplificateur à aiguille) porté par le support. Cet appareil permettait de suivre les déplacements au 1/500e de millimètre près. L'ensemble était placé dans une enceinte dans laquelle on réglait l'hygrométrie par exposition de ponce sulfurique à une certaine concentration. On y plaçait en outre une baguette de ciment identique dont on suivait les variations de poids.

A chaque expérience on constatait une variation rapide de longueur, puis un ralentissement, enfin une stabilisation au bout d'un temps variable de 7 à 20 jours. A ce moment on ouvrait l'enceinte, on pesait la baguette libre et on notait la longueur atteinte. Abandonné à l'air, le ciment reprenait en un ou deux jours sa longueur et son poids initiaux.

La courbe de variation de longueur en fonction de l'hygrométrie est à peu près linéaire dans la zone utile. Elle peut s'écrire

$$\Delta l = 12 \times 10^{-6} E \qquad \text{(pour E compris entre 0,15 et 1)},$$

E étant l'hygrométrie en fractions d'unité. Elle décroît rapidement quand l'air devient de plus en plus sec. L'amplitude totale de la variation entre 0 et 1 a dépassé 2^{mm} par mètre.

La variation de poids est traduite par une courbe en *s*. Son amplitude totale est de 6 pour 100 du poids du ciment.

---

(1) Séance du 17 juin 1935.

(2) WERNER et GIERTZ-HEDSTROM, *The Engineer*, 2 mars 1934.

La relation entre le poids et la longueur (proportionnelle au volume) se traduit par une courbe parabolique (*fig.* 1). La courbe tracée est celle des

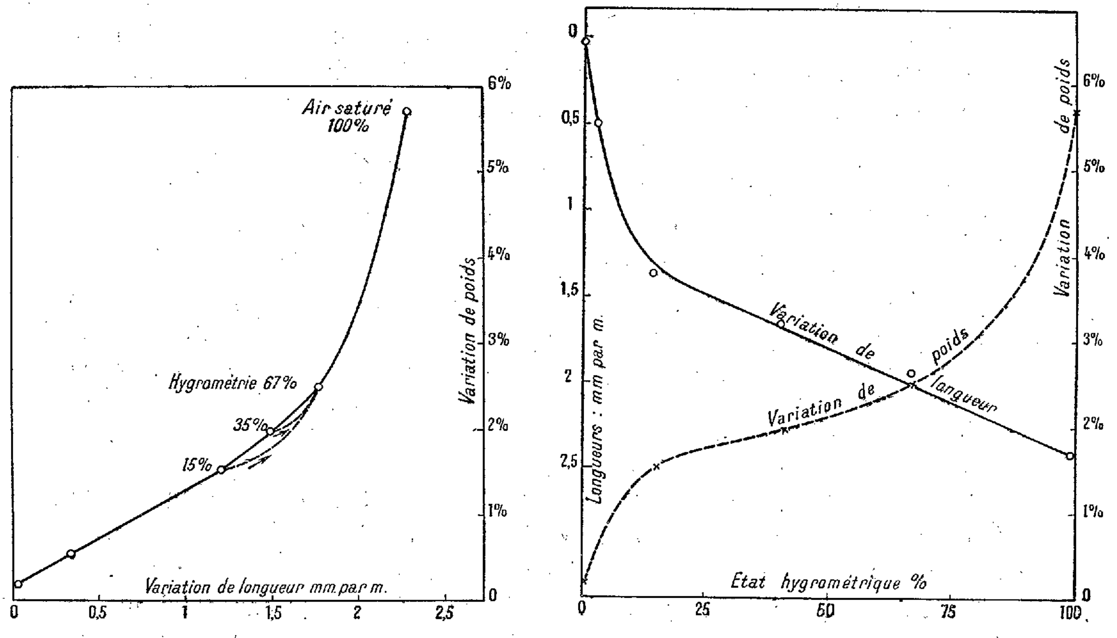


Fig. 1. — Relation entre les variations de longueurs et les variations des poids.

Fig. 2. — Variations de longueur et de poids suivant l'hygrométrie.

états d'équilibre. En cas de variation rapide, on trouverait des courbes telles que celles en pointillé joignant deux états d'équilibre.

Remarque. — Ces expériences se rapportent à un ciment de laitier pur, durci depuis 30 mois, ayant à peu près terminé son retrait. Les relations établies varient avec l'âge de l'éprouvette.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Propriétés physicochimiques de l'acide picrique dans l'échelle des* pH. Note (1) de M. **Jean Molnar**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

On sait que l'acide picrique en solution aqueuse présente, outre la forme *jaune*, une forme *incolore* en milieu très acide [Marckwald (2)], une forme

(1) Séance du 17 juin 1935.

(2) *Ber. d. chem. Ges.*, 33, 1900, p. 1125.

rouge à l'état de picrate en milieu très alcalin [Hantsch (1)]; nous avons trouvé une forme supplémentaire *jaune-verdâtre* aux pH très élevés.

Nous avons entrepris une étude systématique des modifications des propriétés de l'acide picrique en fonction du pH, d'une part au moyen de la spectrophotométrie ultraviolette, d'autre part, à titre de compléments, par des mesures de solubilité et de transport électrique.

Technique. — Suivant une technique déjà établie [Vlès (2), Vlès et Gex (3), etc.], on a utilisé les rapports φ des densités, colog I/I_0, pour deux longueurs d'ondes, que l'on a portés en fonction du pH; celui-ci a été déterminé, soit à l'électrode d'hydrogène, soit éventuellement à l'antimoine. Les expériences ayant conduit à opérer dans des solutions assez concentrées d'acides ou de bases, on a conservé pour celles-ci, malgré l'approximation, une caractérisation en pH, par calcul à partir de la force électromotrice de la pile à hydrogène. Les mesures de solubilité ont été gravimétriques ou spectrophotométriques. Les mesures de transport électrique ont été effectuées dans des tubes en U horizontaux.

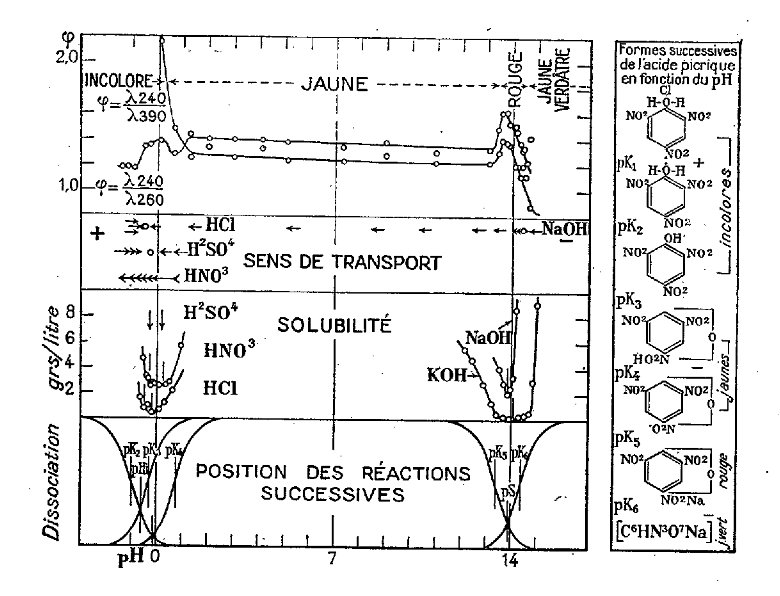
Spectres ultraviolets. — La loi de Beer, pour des concentrations allant de 5 à 40^{mms} par litre, et pour diverses radiations de λ 220 à λ 490$^{\text{m}\mu}$, paraît se vérifier correctement sur toute l'échelle des pH, pourvu qu'on soit à pH constant. Au point de vue spectral, les diverses formes se caractérisent de la façon suivante : A, *forme incolore :* l'absorption est uniquement représentée par une grosse bande extrême ultraviolette formée d'échelons décroissants sur λ 240, 275, 358 (très faible). B, *forme jaune :* une grande bande sur λ 358 avec un contrefort vers λ 390, une trou de transparence sur λ 270, et une grande bande extrême ultraviolette avec un premier contrefort sur λ 250. C, *forme rouge* (probablement impure) : large bande allant de λ 340 à 400, trou de transparence sur λ 295, et bande extrême ultraviolette sur λ 240 environ. D, *forme jaune-verdâtre :* bande très importante et aiguë sur λ 390, trou de transparence sur λ 300, et forte bande extrême ultraviolette vers λ 240.

En fonction du pH, les rapports d'absorption (λ 240/λ 260) nous montrent un large plateau compris entre pH 1 et pH 13, mais en deçà et au delà *une série de sinuosités indiquent l'apparition de transformations successives;* aucune ne paraît correspondre à la constante de dissociation

(1) *Ber. d. chem. Ges.*, **40**, 1907, p. 330.
(2) *Arch. Phys. biol.*, 4, 1926, p. 221.
(3) *Arch. Phys. biol.*, 5, 1926, p. 62.

classique de l'acide picrique (pK = 0,8). Les valeurs critiques sont $pK_3 = -0,3$, $pK_2 = -1$, (0), $pK_5 = 13,4$, et $pK_6 = 14,4$ (*fig.* 1).

Solubilité. — Pour analyser la signification des anomalies spectrales précédentes on a effectué d'abord des mesures de solubilité. Celles-ci mettent en évidence deux minima du côté acide, à pH = — 0,5 et — 0,1 dans HCl, + 0,2 et — 0,2 dans l'acide nitrique, + 0,2 et — 0,3



dans SO^4H^2 [un seul de ces minima a été vu par Knox et Richards, Stepanow (¹)]; en milieu alcalin, un minimum de solubilité à pH = 13,8 dans la soude, et à pH = 14,0 dans la potasse.

Transport électrique. — La valeur des dissociations successives indiquées par la courbe spectrale et les minima de solubilité peut être précisée par l'examen du transport électrique : aux pH élevés, l'acide picrique franchit les valeurs indiquées par le spectre en restant constamment chargé négativement. Mais, par contre, du côté acide on constate un changement du sens du transport électrique; et le signe de la molécule devient positif au-dessous de pH — 0,4 dans l'acide sulfurique et de — 0,6 dans HCl, c'est-à-dire aux valeurs correspondant à l'un des minima de solubilité dans les mêmes acides. Dans l'acide azotique seul, on n'observe pas de change-

(¹) Knox et Richards, *J. chem. soc.*, 115, 1919, p. 508; Stepanow, *Liebig's Ann.*, 373, 1910, p. 218.

ment de signe (en raison de l'existence de l'acide pseudo-azotique). *L'acide picrique se comporte donc dans deux de ces acides à la manière d'un ampholyte*, et l'on pourrait admettre qu'il s'y présente sous forme d'un ion picronium, analogue à l'ion nitronium que Hantsch [1] a vu dans des conditions analogues pour l'acide nitrique.

Conclusions. — L'ensemble de toutes ces données peut être schématisée en supposant que l'acide picrique, dans l'échelle des pH, passe par une série d'au moins sept formes moléculaires successives, auxquelles on pourrait attribuer les constitutions que nous avons représentées à droite de la figure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de catalyse. Application à l'ammoniac.* Note [2] de MM. **Pierre Jolibois** et **François Olmer**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

L'un de nous a récemment décrit un dispositif grâce auquel il est possible d'étudier les réactions chimiques au voisinage de la cathode d'un tube à vide fonctionnant sous le régime de Geissler [3]. Les concentrations d'équilibre du gaz carbonique en voie de dissociation se sont montrées très fortement changées en faveur du gaz carbonique, lorsqu'on substituait à une cathode d'aluminium, une cathode en platine, au point que la dissociation pour les mêmes caractéristiques de l'expérience n'atteignait dans ce cas qu'un taux négligeable.

Nous avons pensé que le platine projeté par la cathode jouait là un rôle essentiel et servait de catalyseur à l'oxydation de l'oxyde de carbone hors du trajet de l'étincelle.

Nous avons vérifié notre hypothèse sous une autre forme, en réalisant dans cet appareil la synthèse de l'ammoniac.

Nous avons ainsi mesuré l'équilibre que l'on peut atteindre dans les conditions expérimentales suivantes :

---

(1) *Ber. d. chem. Ges.*, 58, 1925, p. 94.

(2) Séance du 24 juin 1935.

(3) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 53; 200, 1935, p. 651.

Longueur de la cathode : 170mm. Diamètre du tube : 16mm.
Nature de la cathode : Platine.

Volts	800	1000	750	730	1000–1300	850–1000
Ampères × 10^{-3}	10	10	30	30	30	40
Pression (mm.)	3,5	1,1	3,75	3,05	1,1	1,7
Ammoniac (%)	3,3	10	11	12	19	24

Nous avons également déterminé avec plusieurs cathodes différentes, quelle énergie il fallait dépenser pour obtenir 1g de NH^3, et nous sommes arrivés aux nombres suivants :

Même tube que précédemment.

	Nature de la cathode.					
	Fer.	Cuivre.	Nickel.	Cuivre amalgamé.	Aluminium.	Platine.
Volts	800	800	800	750	800	800
Ampères × 10^{-3}	25	25	25	25	25	28
Watts-heure	468	550	440	370	1200	277
Pression	3	3	3	3,5	3	4

Nature de la cathode : platine.

Volts	1100	950	850	800	800	900
Ampères 10^{-3}	50	40	30	20	10	4
Watts-heure	382	365	354	400	430	625
Pression	3	3	3	3	3	3

D'autre part nous avons vérifié que ce n'est pas le métal projeté sur les parois du tube qui crée la catalyse; de même, le gaz qui circule dans la colonne positive ne se charge d'aucune trace d'ammoniac. Il ne reste qu'une hypothèse : c'est que le métal projeté exerce une activité catalytique au cours même de la pulvérisation cathodique lorsque les particules de métal sont intimement mélangées au gaz.

Ce phénomène explique bien la formation du gaz ammoniac dans l'étincelle électrique; jusqu'ici on ne pouvait interpréter cette synthèse par la thermodynamique, en considérant l'étincelle comme source d'énergie à haute température (1). Il est à remarquer que le montage que nous avons

(1) Briner et Baerfuss, *J. chim. phys.*, **17**, 1919, p. 81.

adopté et dont nous poursuivons le perfectionnement permet d'obtenir dans le mélange $N^2 + 3H^2$ une concentration supérieure à 20 pour 100 en ammoniac, à une température qui n'atteint pas 100°.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mise en évidence par l'analyse thermomagnétique de faibles solutions solides d'oxydes de fer.* Note de MM. **André Michel** et **André Girard**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

On sait ([1]) que le sesquioxyde de fer sous ses deux formes, rhomboédrique et cubique, et la magnétite possèdent des propriétés magnétiques différentes suivant leur mode de préparation.

Dans cette Note, nous montrons par l'analyse thermomagnétique que ces variations sont dues à la formation de solutions solides faibles. On ne constate pas un changement sensible de la température du point de Curie, ni du diagramme Debye-Sherrer de l'oxyde de base. Il faut remarquer que l'absence des raies du deuxième oxyde, dans le diagramme, ne démontre pas l'existence de la solution solide; ce phénomène est dû uniquement au manque de sensibilité de la méthode des rayons X, car il se reproduit dans un mélange mécanique des deux corps dans lequel le deuxième existe dans une proportion de l'ordre de 5 pour 100.

Au cours de nos expériences, nous avons pris soin de nous placer dans des conditions où les effets de l'aimantation à chaud et de la cristallisation n'apparaissent pas sur les courbes thermomagnétiques, conditions que nous avons précisées récemment en collaboration avec M. G. Chaudron ([2]).

Tous les mélanges de magnétite et de sesquioxyde rhomboédrique examinés, sous vide, à l'analyse thermomagnétique, présentent une anomalie positive débutant vers 400°. Au refroidissement, on note un accroissement important de l'aimantation; cette anomalie est bien due à une réaction : on peut citer, entre autres preuves, qu'elle ne se produit pas si les mélanges ont été préalablement portés à 600°, ou encore si les constituants n'ont pas été broyés finement et intimement mélangés. D'autre part, des phénomènes analogues s'obtiennent avec des oxydes isomorphes du sesquioxyde de fer.

Nous avons préparé également les solutions solides de magnétite dans le sesquioxyde rhomboédrique, solutions déjà étudiées à d'autres points de vue par Sosman et Hostetter ([3]) puis par Huggett ([4]). La solution solide

---

([1]) A. Girard et G. Chaudron, *Bull. Soc. Chim. France*, 5e série, **2**, 1935, p. 119.

([2]) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 2171.

([3]) *Journ. Amer. Soc.*, **38**, 1916, p. 807.

([4]) *Thèse*, Paris, 1928; *Ann. Chimie*, 10e série, **11**, 1929, p. 447.

limite obtenue par chauffage à l'air du sesquioxyde rhomboédrique à 1200° conserve le point de Curie à 675°; le diagramme de rayons X n'est pas modifié, mais la susceptibilité du corps est très fortement exaltée.

Le sesquioxyde rhomboédrique peut également dissoudre des traces de sesquioxyde cubique ([1]). On observe ces solutions solides au cours de la destruction de l'oxyde cubique, de la déshydratation de la lépidocrocite naturelle ou artificielle. Certains ferrites se décomposent par chauffage en sesquioxyde et base, et l'on constate alors l'apparition de cette solution solide, seule ou accompagnée de sesquioxyde cubique libre; il en est ainsi, en particulier, au cours de la décomposition des ferrites de glucinium, d'argent et de mercure.

On peut également préparer cette solution solide par ébullition prolongée de gels de sesquioxyde ordinaire dans l'ammoniaque ou une solution saturée de chlorure d'ammonium.

Il est important de constater que le sesquioxyde cubique confère à ces solutions solides son caractère d'instabilité. Elles se détruisent en effet vers 850° en oxyde rhomboédrique; de plus, comme l'oxyde cubique, elles peuvent se dissocier en magnétite et oxygène un peu au-dessus de 300°.

On aurait pu s'attendre à ce que la magnétite et le sesquioxyde cubique, qui donnent des diagrammes de Debye-Sherrer semblables, puissent former facilement des solutions solides très étendues : il n'en est rien. Nous retrouvons ici un fait que nous avons déjà signalé à propos du sulfure de de fer ([2]), c'est que l'identité des diagrammes Debye-Sherrer est une condition insuffisante pour conclure à une identité de structure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination cryoscopique de l'hydratation globale des ions du chlorure de magnésium.* Note de MM. **F. Bourion** et **E. Rouyer**, présentée par M. Georges Urbain.

Cette détermination a été faite, ainsi qu'il a été indiqué précédemment, en choisissant la constante cryoscopique k' de manière que la constante d'équilibre

$$K_3 = \frac{c}{c'} = \frac{3C^2(330\Delta - ak')^3}{4a^2k'(3ak' - 330\Delta)},$$

([1]) G. Chaudron et A. Girard, *C. R. Soc. Chim. France*, 4, 1932, p. 436; A. Michel et A. Girard, *C. R. Soc. Chim. France*, 6, 1935, p. 12.

([2]) A. Michel et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1913.

entre molécules simples et triples de la résorcine dans les solutions de chlorure de magnésium, possède la même valeur (1) $K_3 = 3,500$ que dans l'eau. Les lettres ont la signification précisée dans les Communications antérieures. On a étudié les solutions de Cl^2MgO, 5M et 0,25 M.

On voit que si $k' = 24,7$, k_3 moyen est 3,5063 lorsque la concentration en résorcine varie de 1,000 à 2,000 pour les solutions de Cl^2Mg 0,5M, et que pour $k' = 21,47$, k_3 moyen est 3,4981 lorsque la concentration en résorcine varie de 1,000 à 2,500 pour les solutions de Cl^2Mg 0,25M.

	Cl^2Mg 0,5 M ($k' = 24,7$).		Cl^2Mg 0,25 M ($k' = 21,47$).	
Concentration.	Δ.	K_3.	Δ.	K_3.
0,250	0°,607	2,077	0°,530	2,647
0,375	0,882	2,109	0,767	2,284
0,500	1,159	2,105	1,006	2,478
0,625	1,421	2,820	1,238	3,051
0,750	1,673	2,931	1,456	3,096
0,875	1,929	3,163	1,679	3,351
1,000	2,171	3,205	1,890	3,392
1,125	2,424	3,402	2,106	3,528
1,250	2,668	3,477	2,317	3,592
1,375	2,910	3,522	2,521	3,561
1,500	3,160	3,631	2,724	3,623
1,625	3,399	3,618	2,923	3,492
1,750	3,643	3,632	3,138	3,504
1,875	3,879	3,564	3,347	3,487
2,000	4,118	3,505	3,559	3,476
2,125	–	–	3,781	3,517
2,250	–	–	4,006	3,550
2,375	–	–	4,227	3,527
2,500	–	–	4,447	3,475

On calcule aisément par extrapolation que $k_3 = 3,500$ pour $k' = 24,7051$ à partir des valeurs de k_3 correspondant à $k' = 24,7$ et à $k' = 24,5$ pour les solutions de Cl^2Mg 0,5 M et pour $k' = 21,4686$ avec $k' = 21,47$ et $k' = 21,5$ pour les solutions Cl^2Mg 0,25M.

Calcul de l'hydratation des ions. 1° Cl_2Mg 0,5M. — Le pour 100 x de l'eau présente dans la solution fixée sur le chlorure de magnésium est

$$x = \frac{100(24,7051 - 18,4)}{24,7051} = 25,52.$$

La masse d'eau par litre de solution étant 991g,33, la masse de chlorure de magnésium par 100g d'eau est 4g,8067, d'où l'on déduit pour le nombre

(1) F. Bourion, E. Rouyer et Mlle O. Hun, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1015, F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1111; F. Bourion et Mlle O; Hun, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 740.

de molécules d'eau fixé sur 1 molécule de chlorure de magnésium :

$$\frac{25,52 \times 95,3}{4,8067 \times 18} = 28,1.$$

L'hydrate correspondant aux solutions de Cl^2Mg 0,5 M est donc

$$Cl^2Mg\,28,1H^2O.$$

Il est intéressant de comparer cette hydratation à celle que nous avons obtenue antérieurement [1] par la même méthode pour les trois chlorures alcalino-terreux et à celle qu'ont fournie d'autres méthodes :

	Cl^2Mg.	Cl^2Ca.	Cl^2Sr.	Cl^2Ba.
Bourion et Rouyer [1]	28,1 H^2O	27,0 H^2O	26,7 H^2O	26,1 H^2O
Baborovsky et Viktorin [2].....	28 H^2O	25 à 24 H^2O	24 H^2O	19 H^2O
J. et Z. Manchot [3]...........	21,9 H^2O	23,6 H^2O		25,2 H^2O

En réalité, Manchot et ses collaborateurs ont opéré en solution 1^{μ},00 et les nombres de la 3e ligne correspondant à la concentration 0,25 M ont été obtenus en utilisant les différences fournies par nos expériences, quand on passe de la concentration 0,5 à la concentration 0,25.

On voit que nos résultats sont en désaccord avec ceux de Manchot car les hydratations qu'il indique croissent régulièrement du magnésium au baryum tandis que les nôtres décroissent dans le même sens, ce en quoi nous sommes d'accord avec Baborovsky. Mais les degrés d'hydratation auxquels nous sommes parvenus, sont plus voisins d'un sel à l'autre, que ceux de ce dernier auteur.

2° Cl^2Mg 0,25 M. — Par un calcul analogue, on trouve que les solutions de Cl^2Mg 0,25 M correspondent à l'hydrate $Cl^2Mg\,31,6H^2O$ un peu plus élevé que pour les solutions 0,5 M. Quand on les compare aux hydrates des chlorures alcalino-terreux à la même concentration, on observe le même classement que pour la concentration 0,5 M.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Le système nitrite de calcium-eau.* Note [4] de M. **Jean Bureau**, transmise par M. Georges Urbain.

Poursuivant l'étude des nitrites par combinaison de l'analyse thermique avec la méthode de solubilité à température constante, nous avons confirmé

---

(1) *Comptes rendus,* **198**, 1934, p. 175, 742 et 1156.

(2) *Coll. Tr. ch. Tchécoslovaquie*, **5**, 1933, p. 518-526.

(3) Manchot, Jahrstorfer et Zepter, *Z. anorg. chem.*, **141**, 1924, p. 38-81.

(4) Séance du 27 mai 1935.

l'existence des hydrates $(NO^2)^2Ca, 4H^2O$ et $(NO^2)^2Ca, 1H^2O$. Nous avons observé que les domaines de stabilité communément admis pour ces corps, et dont les limites n'ont encore jamais été déterminées directement s'écartent notablement de ceux que précisent les nombres fournis par la détermination des paliers eutectiques ou péritectiques et par l'analyse des phases liquides pendant les transformations invariantes.

Nous avons obtenu les chiffres suivants :

Branche AB.

	A.				B.
$(NO^2)^2$ Ca pour 100.....	10,0.	19,85.	25,60.	30,0.	34,2.
Dépôt primaire.....	− 3°,75	− 9°,05	−13°,0	−16°,8	eutectique
Solidification totale.	−20°,1	−19°,95	−19°,95	−19°,9	−20°,0

Branche BC.

	B.					C.
$(NO^2)^2$ Ca pour 100.....	34,2.	35,4.	40,4.	44,85.	50,70.	55,05.
Dépôt primaire.....	eutect.	−15°,2	+ 2°,8	+14°,0	+28°,0	+34°,6 transf.
Solidification totale.	−20°,0	−20°,0	−20°,0	−20°,0	−20°,0	−20°,0

Branche CD.

	C.					D.			
$(NO^2)^2$ Ca pour 100....	55,05.	57,15.	60,2.	62,5.	65,70.	71,0.	73,0.	80,4.	86,4.
Dépôt primaire.....	+34°,6	58°,0	79°,5	90°,8	115°		transition		
Transf. péritectique.	+34°,6	+34°,8	+34°,5	34°,5	–	129°	128°	129°	126°
Solidification totale.	−20°,0	−20°,0	−20°,0	−20°,0	34°,0	34°,0	34°,5	34°,4	34°,5

Ces chiffres sont complétés par les déterminations ci-dessous :

t (°C)............	99,5.	79,5.	64,7.	56,8.	18,0.	0.
$(NO^2)^2$ Ca pour 100....	64,10	60,20	57,78	56,25	45,80	39,01
d_t^t..................	1,651	1,577	1,560	1,535	1,427	1,362

Les coordonnées du point d'eutexie B et du point de transition C s'écartent des chiffres obtenus par intersection de courbes comme l'a fait Oswald [1]. La branche de courbe CD, relative au monohydrate est beaucoup plus relevée que ne l'indique cet auteur qui n'a pas dépassé d'ailleurs la température de 100°.

[1] *Ann. Chimie*, 9e série, **1**, 1914, p. 65.

L'expérience montre que la stabilité du sel, en solution aqueuse à 100°, est suffisante pour négliger les effets des produits d'hydrolyse sur la solubilité.

La solution saturée de sel bout avec décomposition à 133° sous 760mm; la décomposition n'est ni assez rapide, ni assez considérable pour masquer à l'analyse thermique le palier de transformation du sel à $1H^2O$ en sel anhydre qui se fait à 129°. Le phénomène est très net, et l'on obtient aisément la composition relative au point D pendant la transformation invariante par prélèvement de la phase liquide.

Enfin, les produits de teneur au moins égale à 88 pour 100 de $(NO^2)^2Ca$, portés à fusion et que le chauffage a rendus légèrement alcalins par suite de la décomposition hydrolytique, donnent par refroidissement dès 129° de longues aiguilles soyeuses qui demeurent insensibles aux variations de l'humidité de l'atmosphère et qui sont d'une conservation indéfinie. Ces propriétés paraissent communes au monohydrate $(NO^2)^2Ca, H^2O$ et à un sel basique non encore isolé.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Exaltation du pouvoir rotatoire de la mannite par les sels de zirconium en milieu aqueux.* Note de Mlle **Marie Falinski**, présentée par M. Georges Urbain.

En ce qui concerne l'exaltation du pouvoir rotatoire des alcools et acides-alcools actifs par addition de composés du zirconium, nous n'avons que les travaux de Rimbach et Schneider (1) et plus récemment ceux de de Boer et Emmens (2) sur l'acide tartrique.

Par mélange de solutions aqueuses d'oxychlorure de zirconium $Cl^2ZrO.8H^2O$ et de mannite, j'ai observé une forte augmentation du pouvoir rotatoire (3). L'emploi de la méthode dite des variations continues (4), permet de faire une étude systématique de la réaction.

Je me suis heurtée à la difficulté que les réactions ne sont pas instantanées; elles se produisent avec des vitesses variables et dans la plupart des cas très petites à la température ordinaire.

---

(1) *Zeit. f. phys. Chem.*, 44, 1903, p. 467.

(2) *Rec. trav. Chim. P. B.*, 49, 1930, p. 955.

(3) La formation de complexes entre la mannite et les sels de zirconium m'a été signalée par Arakel Tchakirian, *Bull. Soc. Chim.*, 51, 1932, p. 848.

(4) Paul Job, *Ann. Chim.*, 10e série, 9, 1928, p. 115.

Les mesures ont été faites au moyen d'un polarimètre Laurent muni d'une lampe à vapeur de sodium.

L'oxychlorure de zirconium hydraté a été purifié par cristallisations dans l'acide chlorhydrique et séché à l'air. La mannite en solution dans l'eau a un pouvoir rotatoire extrêmement faible [1]. A la température ordinaire, avec des solutions équimoléculaires de $C = 0,7$ M, pour des teneurs allant de 20 à 80 pour 100 en sel de Zr, j'ai observé au début, des rotations dextrogyres de l'ordre de 1 à 3°, pour $l = 5$ dm; elles baissent ensuite rapidement (les mélanges de solutions gardant la fluidité des solutions pures primitives) et deviennent même lévogyres pour les mélanges les plus riches en zirconium. Après une période de variation plus ou moins compliquée, la valeur absolue du pouvoir rotatoire augmente de façon continue avec le temps, pour toutes les solutions. Au bout de deux mois d'évolution l'état d'équilibre n'est pas encore atteint (sauf pour le mélange à 80 pour 100 en sel de Zr dont α ne varie plus au bout de 5 jours et celui à 75 pour 100 dont α reste constant au bout d'un mois). Voici les nombres obtenus pour $C = 0,696$ M :

Sel $Cl^2ZrO, 8H^2O$, dans le mélange (°/₀).	Temps d'évolution en jours à temp. ordinaire.	α_D^0 pour 5^{dm}.	Sel $Cl^2ZrO, 8H^2O$, dans le mélange (°/₀).	Temps d'évolution en jours à temp. ordinaire.	α_D^0 pour 5^{dm}.
80.........	68	$-3°,65$	33,3.......	71	$+8°,10$
75.........	68	$-3,00$	25.........	71	$+7,65$
66,6.......	68	$-5,45$	20.........	71	$+6,50$
50.........	68	$-2,95$	10.........	66	$+3,10$
40.........	71	$+5,50$			

Par chauffage au bain-marie de solutions 0,712 M, j'ai obtenu les valeurs suivantes de α :

Pour 100 en sel de $Cl^2ZrO, 8H^2O$:	80	75	66,6	50	45	40	33,3	25	20
Durée de chauffage au bain-marie en heures :	159	167	130	170	134	134	130	161	161
α_D^0 pour 5 dm :	$-10°,65$	$-13,75$	$-16,10$	$-9,50$	$+4,00$	$+10,25$	$+12,60$	$+12,25$	$+9,15$

[1] Les mélanges de solutions de mannite 0,7 M et d'acide chlorhydrique 1,4 M, n'ont pas montré d'augmentation de pouvoir rotatoire même après chauffage prolongé au bain-marie.

En même temps, j'ai observé pour les mélanges compris entre 20 pour 100 et 50 pour 100 en sel de Zr une très forte augmentation de la viscosité; ces solutions sont de nature colloïdale, elles précipitent par les électrolytes, acides, bases, sels, et par les agents déshydratants tels que l'alcool. Les gelées formées sont fortement hydratées, peuvent être parfaitement transparentes, et sont solubles dans l'eau même après dessication, en présentant le phénomène de gonflement. Pour les mélanges $\leqq 50$ pour 100 de Zr, les solutions très fortement diluées ne précipitent pas à froid par l'ammoniaque.

CHIMIE MINÉRALE. — *Le groupe des acides telluriques. Nomenclature* (1). Note de M. **Marcel Patry**.

I. Deux acides telluriques correspondant, à la condensation près, à la formule TeO^4H^2 ont été préparés :

1° En chauffant l'acide orthotellurique à l'air libre vers 160°, on obtient comme l'a signalé pour la première fois Berzélius, l'acide métatellurique TeO^4H^2. L'existence de ce composé a été souvent contestée. J'ai pu au cours d'une étude qui sera exposée en détails dans un autre périodique, démontrer son existence et fixer les conditions thermiques de sa préparation. On l'obtient entre 100° et 220°. La déshydratation de l'acide *ortho* qui demande plusieurs mois à 110° est réalisée en quelques minutes à 200°. L'acide *méta* se présente sous l'aspect d'une poudre blanche amorphe, hygroscopique.

Rigoureusement anhydre, l'acide métatellurique se dissout *très lentement* dans l'eau. Les solutions, étudiées à différents stades de la dissolution, correspondent à un mélange d'acides orthotellurique et allotellurique. Au début, la proportion d'acide *allo* est sensiblement 100 pour 100. Par suite de la transformation classique en acide *ortho*, la proportion de celui-ci croît avec la concentration en Te de la solution.

Lorsque la déshydratation n'est pas poussée à fond, les produits obtenus, dont la composition varie entre $TeO^4H^2, 2H^2O$ et TeO^4H^2, sont d'autant plus rapidement solubles que leur teneur en eau est plus grande. Ils permettent d'obtenir des solutions concentrées riches en acide *allo*. Voici deux exemples :

a. Par chauffage à 150° pendant 40 minutes, on obtient un produit de composition

(1) Voir P. Pascal et M. Patry, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 708; M. Patry, *Comptes rendus*, 200, 1935 p. 1597.

TeO^4H^2, $0,25H^2O$. Après dissolution complète à la température ordinaire, la proportion d'acide *allo* est de 90 pour 100 environ.

b. Par chauffage à 150° pendant 10 minutes, on obtient la composition TeO^4H^2, $1,2H^2O$. Dans ce cas, où le temps a été insuffisant pour transformer entièrement l'acide *ortho*, le solution correspond à 65 pour 100 seulement d'acide *allo*.

L'acide métatellurique présente une autre propriété remarquable. Il est très lentement soluble dans l'alcool absolu. Cette solution que l'on obtient assez aisément à partir d'un produit légèrement hydraté, conduit aux esters allotelluriques.

Ces expériences mettent en évidence un fait important : *l'acide métatellurique régénère en solution aqueuse ou alcoolique les propriétés de l'acide allotellurique.*

2° D'autre part l'acide allotellurique de Mylius se déshydrate facilement pour donner un composé *amorphe* de formule TeO^4H^2. J'ai étudié soigneusement ses propriétés et les ai comparées à celles de l'acide *méta*. Je n'ai constaté entre elles aucune différence certaine. En particulier, les solutions aqueuses et alcooliques sont identiques. *L'acide allotellurique anhydre et l'acide métatellurique ne forment qu'un seul et même composé.* L'acide *allo* de Mylius peut donc être considéré comme une solution concentrée d'acide *méta*. Le chauffage à l'air libre de l'acide *ortho* conduit à un composé anhydre, tandis que le chauffage en tube scellé permet de l'obtenir en solution aqueuse très concentrée.

II. Berzelius a observé que, par évaporation à sec d'une solution d'acide orthotellurique, on obtient une masse vitreuse, assez difficilement soluble dans l'eau. D'autres auteurs, en particulier Mylius (1), ont préparé ainsi des produits de composition intermédiaire entre TeO^6H^6 et TeO^4H^2. Ce sont, en réalité, comme me l'a montré l'étude conductimétrique des solutions, des mélanges en proportions variables des deux acides *ortho* et *méta*. La formation de celui-ci dans les évaporations exécutées brutalement s'explique aisément par la déshydratation au-dessus de 100° de l'acide *ortho* cristallisé. Les produits dont la composition diffère nettement de TeO^6H^6 ne peuvent être obtenus autrement. Mais en évaporant les solutions au bain-marie vers 85°, j'ai obtenu une proportion d'acide *méta* égale à 0,3 pour 100. Comme à cette température l'acide *ortho* cristallisé est stable, l'existence de l'acide *méta* dans le résidu ne peut être expliquée de la même manière. J'ai pensé qu'elle pouvait provenir de la présence d'acide *méta*

(1) MYLIUS, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 34, 1901, p. 2208.

dans les solutions d'acide *ortho*. J'ai pu vérifier cette hypothèse. *Ces solutions renferment un mélange en équilibre d'acide ortho et d'acide méta* [1]. Dans les conditions ordinaires d'étude, la proportion d'acide *méta* est extrêmement faible, mais l'élévation de température et de concentration favorise sa formation. Voici trois résultats numériques :

a. Une solution titrant 0,3 Te au litre contient à 100°, 0,3 pour 100 d'acide *méta*;
b. Une solution titrant 3 Te au litre contient à 100°, 3 pour 100 d'acide *méta*;
c. Une solution titrant 28 Te au litre contient à 150°, 90 pour 100 d'acide *méta*.

Ce dernier résultat correspond à l'acide allotellurique de Mylius préparé en tube scellé.

Conclusions. Nomenclature. — Les résultats précédents permettent d'envisager sous un aspect nouveau et très simple la famille des acides telluriques. Le grand nombre d'acides proposés se réduit à deux seulement : l'acide orthotellurique et l'acide métatellurique ou allotellurique que l'on trouve en équilibre dans les solutions aqueuses. Les deux anhydrides TeO^3 correspondent au même acide et non, comme je l'avais supposé, l'un à l'acide *méta*, l'autre à l'acide *allo*. L'acide *méta* ou *allo* est un acide condensé $(TeO^4H^2)^n$. Les déterminations cryoscopiques et conductimétriques n'avaient pas permis de déterminer n avec certitude. Récemment j'ai pu mesurer avec une assez bonne précision le poids moléculaire réel de l'ester éthylique neutre correspondant, dans l'éther ordinaire et dans le chloroforme. Il correspond à $[TeO^4(C^2H^5)^2]^{11\pm1}$ et l'acide aurait par suite la formule $[TeO^4H^2]^{11\pm1}$, valeur en excellent accord avec celle déduite de la courbe de conductimétrie ($n=10$). La condensation moléculaire apparente, déduite de la cryoscopie de l'acide en solution aqueuse, est faible, soit 3,2. Il faut donc admettre une ionisation considérable.

Le terme allotellurique n'est pas assez explicite. Je propose d'adopter, pour désigner cet acide, l'expression *acide polymétatellurique*, en accord avec l'ensemble de ses propriétés.

---

(1) STUBER, BRAIDA et JANDER (*Zeitschrift für physikalische Chemie*, **171**, 1934, p. 320), à la suite d'un travail sur les spectres d'absorption de l'acide orthotellurique et des tellurates, ont admis le principe d'un tel équilibre.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les complexes iodés du germanium divalent.* Note de MM. **T. Karantassis** et **L. Capatos**, présentée par M. Georges Urbain.

A. Tchakirian [1] a observé que l'addition à froid d'une solution acide de chlorure germaneux à une solution acide d'iodure de potassium provoque la formation d'iodure germaneux. Cette formation est due soit à une double décomposition suivant : $Cl^2Ge + 2IK = I^2Ge + 2ClK$, soit à la formation d'un complexe intermédiaire instable GeI^3K qui se décomposerait suivant : $GeI^3K \rightarrow I^2Ge + IK$.

D'autre part, on observe à partir des solutions iodhydriques d'hydrate germaneux qui contiennent probablement GeI^3H la formation d'iodure germaneux.

En vue d'éclaircir le mécanisme de la réaction nous avons pensé que l'introduction d'un cation plus volumineux que le potassium soit le cæsium, permettrait la stabilisation et l'isolement du complexe iodé intermédiaire; dans deux cas étudiés en opérant avec des dilutions différentes nous avons observé la formation intermédiaire d'un composé noir, finalement nous n'avons obtenu que le chlorogermanite de cæsium. Nous nous sommes placés dans deux conditions expérimentales différentes.

1° On emploie une solution de chlorure germaneux obtenu en traitant l'hydrate germaneux par l'acide chlorhydrique concentré $d = 1,19$. On a soin de filtrer l'oxyde germaneux formé.

La solution contient 20 pour 100 d'hydrate germaneux environ. Cette solution est ajoutée à de l'iodure de cæsium solide, il se forme d'abord un composé noir, puis en continuant à ajouter un excès de solution, la couleur du précipité vire du jaune marron au blanc. Au microscope, on observe des paillettes tétragonales blanches. Le produit final ne contient pas d'iode. Il s'est formé exclusivement du chlorogermanite de cæsium $GeCl^3Cs$.

2° En ajoutant une solution chlorhydrique 5N d'hydrate germaneux contenant 20 pour 100 de $Ge(OH)^2$ à de l'iodure de cæsium dissous dans HCl, 5N il se forme aux points de contact, un composé noir qui se transforme rapidement en un précipité blanc composé de cristaux microscopiques cubiques. Celui-ci est constitué de $GeCl^3Cs$.

Le composé noir observé dans les expériences ci-dessus a pu être isolé en

---

(1) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1026-28.

ajoutant à une solution iodhydrique d'hydrate germaneux du chlorure de cæsium solide, il se forme un précipité noir microcristallin, d'iodogermanite de cæsium GeI^3Cs. L'acide chlorhydrique concentré dissout le complexe noir et donne une solution incolore. D'autre part, si l'on ajoute avec précaution de l'acide bromhydrique à 40 pour 100, le complexe noir se transforme en un produit rouge microcristallin.

D'après les résultats expérimentaux, l'action des solutions chlorhydriques d'hydrate germaneux sur l'iodure de cœsium et l'iodure de rubidium ne donne pas lieu à la formation d'iodure germaneux. L'apparition d'un composé noir intermédiaire dans l'action d'une solution chlorhydrique d'hydrate germaneux sur l'iodure de cœsium et l'action décomposante de l'acide chlorhydrique sur le complexe noir d'iodogermanite de cœsium permet de supposer que la formation d'iodure germaneux par action d'une solution acide d'iodure de potassium sur une solution acide de chlorure germaneux est due à la décomposition d'un complexe intermédiaire GeI^3K.

La solution iodhydrique d'hydrate germaneux donne avec les sels halogénés des bases ammoniums et arsoniums ainsi que le chlorhydrate de cocaïne des sels doubles d'iodure germaneux et des iodhydrates des bases ci-dessous.

Iodogermanite de cæsium. — A une solution iodhydrique d'hydrate germaneux on ajoute du chlorure de cœsium solide, il se forme lentement un précipité noir microcristallin. Le produit est essoré et séché sur une plaque poreuse puis placé dans l'étuve à 50°. Le produit est immédiatement hydrolysé par l'eau et l'ammoniaque, il se forme de l'hydrate germaneux rouge orangé. Le produit correspond à la formule $I^2Ge.ICs$.

Iodogermanite de tétraméthylammonium. — A une solution iodhydrique d'hydrate germaneux on ajoute une solution aqueuse d'iodure de tétraméthylammonium à 10 pour 100. Il se forme un précipité blanc cristallin en aiguilles. Le produit est essoré, séché sur plaque poreuse placée dans l'étuve à 50°.

Le produit correspond à la formule $I^2Ge.IN(CH^3)^4$.

Iodogermanite de cocaïne. — A une solution aqueuse de chlorhydrate de cocaïne on ajoute une solution iodhydrique d'hydrate germaneux. On provoque la cristallisation du précipité blanc par agitation. Au microscope on a des aiguilles groupées en faisceaux. Le produit se décompose à l'air en devenant rouge. La formule de ce corps se rapproche de

$$2I^2Ge.3(IHC^{17}H^{21}O^4N).$$

ISOMÉRIE SPATIALE ET EFFET RAMAN. — *Spectres Raman des méta et para-diméthylcyclohexanes isomères* cis *et* trans, *et du diméthyl-*1-1 *cyclohexane*. Note de MM. **Oreste Miller** et **Léon Piaux**, présentée par M. Robert Lespieau.

Nous avons fait connaître (¹) les spectres Raman des isomères *cis-trans* de l'ortho diméthylcyclohexane, spectres qui s'étaient montrés nettement différents l'un de l'autre. Nous avons étendu ce travail aux isomères *cis-trans* des dérivés méta et para, et obtenu des résultats analogues. Nous y avons joint le spectre du dernier dérivé diméthylé du cyclohexane, celui qui porte les deux radicaux CH^3 sur un même atome de carbone, et ne présente plus de ce fait qu'une seule forme spatiale.

La préparation de ces carbures fera l'objet d'un prochain Mémoire de O. Miller dans un autre Recueil dont nous extrayons les constantes ci-après :

Diméthyl-1-3 cyclohexane (dérivé méta). *Isomère trans :* Eb. 120°, 4 ; $D_4^{20} = 0,7663$ *Isomère cis :* Eb. 125°; $D_4^{20} = 0,7835$;

Diméthyl-1-4 cyclohexane (dérivé para). *Isomère trans :* Eb. 119°,6; $D_4^{20} = 0,7626$; *Isomère cis :* Eb. 124°,6; $D_4^{20} = 0,7827$;

Diméthyl-1-1 cyclohexane : Eb. 120°; $D_4^{15} = 0,7835$.

Il a été fait deux clichés de chaque échantillon, l'un avec excitation par la raie $k = 4047$ du mercure, l'autre avec la raie $e = 4358$ du même spectre. Voici les fréquences obtenues, les raies entre parenthèses sont celles qui n'ont été pointées que pour une seule excitation :

Dérivé méta- isomère trans : (253) af — 407 m — 420 aF — (446) af — 545 aF — 771 F — 847 m — (935) f — (956) f — (982) m — (991) af — 1058 F — (1113) b af 1165 m — 1181 m — 1219 m — 1269 bm — 1303 af — 1339 m — 1355 af — 1441 bm — 1460 bm — (2845) F — (2870) b f — (2912) m — (2929) b F — (2955) b F;

Dérivé méta-isomère cis : (353) f — (373) af — (453) af — (487) f — (625) af — 752 F — (802) f — (861) af — (937) b af — (980) af — (1009) b af — 1055 aF — (1074) f — (1100) b af — 1163 aF — (1212) m — 1266 aF — (1305) f — (1327) f — (1364) f — 1440 aF — 1460 aF — (2846) F — (2870) F — (2883) aF — (2912) aF — (2928) b F — (2960)F;

Dérivé para- isomère trans : (374) m — (452) m — (473) af — (701) f — 760 F — (784) f — (927) f — (951) af — (1005) f — 1061 F — (1163) m — (1183) m — 1247

(¹) *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 412.

aF — (1307) m — (1346) aF — (1361) af — (1432) aF — 1456 b F — 2848 F — 2868 F — (2907) m — 2926 b F — 2952 b aF;

Dérivé para- isomère cis : (372) b m — 463 af — 474 m — 637 m — (702) f — 760 F — 787 m — 954 m — 976 af — 1000 m — 1055 b aF — 1099 b m — 1163 b m — 1206 b m — 1244 af — 1263 aF — 1301 af — 1318 f — 1343 aF — 1439 aF — 1462 b aF — 2853 TF — (2873) aF — (2898) bF — 2913 aF — 2930 b F — 2960 b F;

Diméthyl-1-1 cyclohexane : (322) m — (354) f — (459) m — (499) f — 557 af — 705 F — (829) m — (847) af — 918 af — 938 af — 963 m — (985) f — 1027 aF — (1050) tf — 1078 af — 1149 f — 1174 af — 1190 m — 1246 m — 1264 m — 1280 af — 1296 m — (1323) tf — 1352 f — 1441 b aF — 1468 m — 2843 aF — 2862 TF — 2889 F — 2921 b TF — 2948 b TF.

Conclusions. — 1° Les spectres des isomères *cis* et *trans* d'un même carbure sont nettement différents; un certain nombre de raies sont communes, d'autres sont nettement déplacées ou n'apparaissent que dans l'un des deux spectres; voici ces raies, en négligeant les plus faibles et celles dont la fréquence dépasse 1500 :

Dérivé méta-isomère trans. : 407 m — 420 aF — 545 aF — 771 F — 847 m — 991 af — 1113 af — 1181 m — 1339 m;

Dérivé méta-isomère cis. : 373 af — 752 F — 861 af — 1009 af — 1100 af — 1327 f;

Dérivé para-isomère trans. : 452 m — 927 f — 1183 m — 1247 aF — 1361 af;

Dérivé para-isomère cis. : 637 m — 976 af — 1099 m — 1206 m — 1263 aF — 1318 f.

2° Nos spectres sont plus complets que ceux qui ont été publiés par MM. Godchot et Canals et Mlle Cauquil [1]; ceci tient en grande partie au fait que ces auteurs ont fait les spectres de mélanges d'isomères *cis* et *trans*; nous avons d'ailleurs retrouvé à très peu près, dans l'un ou l'autre des isomères, les fréquences données par eux;

3° La raie caractéristique du cycle en C^6, dans la région 700-800, est distincte dans les dérivés *ortho* : *trans* 749, *cis* 730, et *méta* : *trans* 771, *cis* 752; elle est la même, 760, pour les deux isomères du carbure para; elle tombe enfin, pour le dérivé gem-diméthylé, à 705;

4° Tous les spectres sont exempts de raies vers 1600, ce qui démontre l'absence à peu près absolue de carbures non saturés, et particulièrement benzéniques; jointe aux conclusions du premier paragraphe, cette constatation montre que les différents échantillons ont été obtenus dans un état de grande pureté.

---

(1) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 176.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons hétéropolaires : sels complexes d'argent et de mercure avec la thio-2 thydroxy-4 tétrahydro-1.2.3.4-quinazoline.* Note de M. **Constantin Gheorgiu** et Mlle **Lucie Manolescu**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'un de nous [1] a montré que les phénomènes de coloration observés dans le cas des dérivés de la thio- (ou de l'oxo-) 2 hydroxy-4 tétrahydroquinazoline (I) sont dues à la création d'une liaison hétéropolaire, produite avec l'ouverture du cycle tétrahydroquinazolinique en 3-4 (II), et que l'halochromie, produite par les acides, est due à la formation d'un sel « carbénium » (III)

CHOH / NHC—NHAr / S(O) ; ClO^4 ← CHOH(R) / N—Ar / C=S(O) / NH ⇌ CHOH(R) / N—Ar / C—S(O) / NH

(III). Perchlorate « carbénium » (coloré). (I). Incolore. (II). Coloré.

Pour voir l'influence de la liaison thionique ($>C=S$) dans les phénomènes de coloration des dérivés I, nous avons transformé cette liaison en une liaison mercaptanique, en préparant des sels complexes avec les sels haloïdes de mercure (Cl^2Hg, Br^2Hg, I^2Hg) et avec l'azotate d'argent.

Les complexes incolores obtenus avec les sels haloïdes de mercure (X^2Hg) donnent des solutions colorées à chaud en jaune et en continuant le chauffage ils se transforment, par perte d'une molécule d'alcool, en produits insolubles jaunes à point de fusion élevé (V). Les complexes haloïdomercuriques donnent aussi des perchlorates colorés.

En tenant compte que le mercure possède une tendance à former des anions complexes du type HgX^3, et que les produits obtenus avec les halogénures de mercure manifestent encore les phénomènes de coloration (possibilité d'ouverture du cycle), on pourrait imaginer pour ces complexes la structure d'un sel intramoléculaire (IV *a* ou IV *b*), analogue à celle de la bétaïne

$$\left[(CH^3)^3\overset{}{\underset{+}{N}}.CH^2CO\underset{-}{O}\right],$$

et pour les produits jaunes la structure (V).

---

(1) C. V. Gheorghiu, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 622; **199** 1934, p. 68; *Bull. Soc. chim.* 5e série, **2**, 1935, p. 223.

CH O C^2H^5 — N—C^6H^5 — C—S — NH | Hg(X)^2 ou CH O C^2H^5 — N—C^6H^5 — C—S — NH——Hg(X)^2 → CH — N—C^6H^5 — C—S — N——Hg(X)^2

(IV *a*). (IV *b*). (V). Jaune.

Avec l'azotate d'argent on obtient un sel complexe incolore (VI), qui ne donne pas de solutions colorées à chaud.

Ce complexe (azotate), mis en suspension dans l'alcool, se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré avec coloration rouge et mise en liberté d'acide azotique.

Par addition d'eau à cette solution, on obtient un chlorure faiblement coloré en rose, qui devient et reste rouge à une température plus élevée (100°).

L'acide perchlorique donne, tout d'abord avec dégagement de NO^3H, un produit faiblement jaune, qui se transforme après en un perchlorate orangé.

Le complexe, avec l'azotate d'argent, de même que le perchlorate incolore et le chlorure faiblement coloré en rose, ont la structure d'un sel complexe d'ammonium (VI), tandis que le perchlorate orangé, le chlorure rouge (en solution et solide après avoir été chauffé), le sulfate rouge (en solution) sont sels du type « carbénium » (VII)

[CH OR(H) — N—C^6H^5 — C—S—Ag — NH]$^+$ NO^3 → [CH OH — NH C^6H^5 — C—S—Ag — N]$^+$ X

(VI). Complexe argentique. VII. Sels « carbénium » [X = Cl, ClO^4, SO^4H].

Quoique la liaison thionique puisse constituer toute seule un chromophore (thiocétones), dans nos dérivés, de même que la liaison mercaptanique, qui résulte dans nos sels complexes, elle a une action auxochrome positive (1), c'est-à-dire qu'elle favorise la création d'un cation coloré.

Les phénomènes de coloration sont dus, comme l'un de nous l'avait déjà

(1) R. Wizinger, *Organische Farbstoffe*, 1933. *Die positivierenden Auxochrome*, p. 24-26.

montré, à la création d'une liaison hétéropolaire produite avec décyclisation du noyau tétrahydroquinazolique, entre le carbone 4 et l'azote 3, décyclisation qui a lieu aussi lors de la formation des sels « carbénium ».

Nous poursuivons l'étude des produits mentionnés dans cette Note.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Le pouvoir rotatoire spécifique des sels de quinine, quinidine, cinchonine et cinchonidine.* Note [1] de M. **Charles Lapp**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les recherches sur la quinine que j'ai exposées précédemment [2] ont été étendues avec la même technique aux alcaloïdes voisins : quinidine, cinchonine et cinchonidine. Je rappelle que, depuis les travaux de Rabe, on considère ces quatre alcaloïdes comme formés de deux noyaux cycliques, l'un quinuclidique saturé, l'autre quinoléique non saturé, liés l'un à l'autre par une fonction alcool secondaire.

La quinine et la quinidine possèdent sur le noyau quinuclidique une chaîne vinylée et sur le noyau quinoléique un méthoxyle. La cinchonine et la cinchonidine ne possèdent que la chaîne vinylée. Dans ces molécules il y a quatre carbones asymétriques.

Les recherches de Mlle Liquier [3] et de moi-même ont prouvé que ces carbones asymétriques sont sensibles aux ionisations des sels de ces bases. Dans le but de comparer ces quatre molécules si étroitement parentes chimiquement mais si différentes dans leurs propriétés pharmacologiques, j'ai étudié les courbes de $[\alpha]$ en fonction du pH. J'ai retrouvé chaque fois les courbes en double S correspondant à l'ionisation successive des deux fonctions basiques.

Les solutions aux pH élevés ne contiennent que de la base que je suppose non dissociée : Bo. L'addition progressive de HCl produit un monochlorhydrate puis un dichlorhydrate. Les lois de l'équilibre des ions s'appliquant parfaitement aux mesures optiques, d'après Mlle Liquier et Kolthoff. Il est permis d'admettre que le premier S représente la formation et l'ionisation du monochlorhydrate et le second S, celles du dichlorhydrate.

Pour des raisons pratiques, j'ai effectué des mesures avec des solutions à 1 pour 100 de base. Le pouvoir rotatoire obtenu n'a donc qu'une valeur

(1) Séance du 24 juin 1935.
(2) C. Lapp, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 970.
(3) Mlle Liquier, *Thèse*, Paris, 1927, p. 36.

conventionnelle, différente d'environ 10 pour 100 de sa valeur « limite » pour des solutions infiniment diluées (effets d'ionisation, d'hydrolyse et de massivité). Cet écart n'est pas gênant quant il s'agit seulement de comparaisons comme dans le cas présent.

Les pouvoirs rotatoires [α] que j'attribue, aux pH élevés, à la molécule non dissociée B_0; aux paliers, à la base monoacide dissociée B_+; aux pH faibles, à la base diacide dissociée B_{++}, sont les suivants :

λ (mμ)	546.	436.	546.	436.	546.	436.
Quinine	−155°	−310°	−212°	−426°	−315°	−735°
Quinidine	+273	+498	+288	+540	+394	+835
Cinchonine	+233	+393	+245	+438	+314	+575
Cinchonidine	−144	−240	−156	−285	−222	−425
	B_0.		B_+.		B_{++}.	

Les comparaisons de ces résultats avec ceux de Rabe, King et Palmer, etc. seront développées dans un autre Recueil. Elles conduisent aux résultats suivants : les bases quinine et quinidine sont épimères : identiques sur les carbones 1 et 2 elles sont *inverses optiques sur les carbones* 3 *et* 4. Il en est de même pour la cinchonine et la cinchonidine. Les carbones 1, 2 et 4 ont des dispersions rotatoires voisines de la normale; le carbone 3 a une dispersion nettement anomale.

Il en résulterait que les noyaux quinuclidique et quinoléique avec leurs chaînes latérales, vinylée et méthoxyle, se présenteraient stériquement dans la même direction et parallèlement dans la quinine et la cinchonidine (l); parallèlement mais dans des directions opposées dans la quinidine et la cinchonine (d). Ceci expliquerait l'activité antimicrobienne particulièrement grande de la quinine; les propriétés différentes de ces quatre alcaloïdes, enfin l'influence bien connue des modifications des chaînes latérales sur les propriétés pharmacodynamiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Métanitrophénols iodés.* Note de MM. **Paul Brenans** et **Pierre Larivaille**, présentée par M. Marcel Delépine.

On trouve décrits, dans la littérature chimique, l'iodo-2 nitro-3 phénol (P. F., 134°), et son éther oxyde méthylique (P. F., 121-122°).

Ce nitrophénol iodé a été préparé par Schlieper [1] par l'action de l'iode et de

(1) *Ber. Dtsch. chem. Ges.*, 26, 1893, p. 2467.

l'oxyde de mercure sur le métanitrophénol en solution acétique. Cet auteur n'ayant pu obtenir qu'une fois cet isomère iodé à l'état cristallisé, il le considère pourtant et cela, malgré des dosages d'iode défectueux (trouvés : I pour 100, 53,71 et 48,69; théorie : I pour 100, 47,92) comme formé, pour la majeure partie, par un monoiodophénol. Schlieper ajoute que c'est vraisemblablement l'isomère $C^6H^3(I)^2(NO^2)^3(OH)^1$.

Datta et Prosad [1] ont reproduit cet isomère en ajoutant une solution d'iode à une dissolution de métanitrophénol dans l'ammoniaque. En dissolvant le sel ammoniacal obtenu dans l'acide acétique, ils obtinrent l'iodo-2 nitro-3 phénol cristallisé en aiguilles jaunes, fusibles à 134°.

Cette Note a pour but de montrer que l'iodo-2 nitro-3 phénol de ces différents auteurs est un mélange de l'iodo-6 nitro-3 phénol de Meldona et Eyre [2] et d'un nitro-3 phénol triiodé, composé nouveau.

L'iodo-2 nitro-3 phénol de ces savants doit être rayé de la littérature chimique.

Préparation. — On ajoute, d'après la méthode de Schlieper, peu à peu et alternativement, tout en agitant, $12^g,7$ d'iode (1^{mol}) et $5^g,40$ d'oxyde jaune de mercure ($0^{mol},5$) à une dissolution de 7^g ($0^{mol},5$) de métanitrophénol dans 60^{cm^3} d'acide acétique. La réaction terminée, on sépare le biiodure de mercure de la liqueur acétique qu'on verse dans l'eau.

On recueille sur papier filtre le précipité que l'on sèche à l'air. On dissout à chaud le produit provenant de quatre opérations dans 120^g de benzène. On obtient une première cristallisation, puis une deuxième, par distillation d'une partie du solvant, renfermant à elles deux $18^g,10$ d'un composé brun, fondant à 144°, formé surtout du nitrophénol monoiodé. Les dernières cristallisations fournissent le nitrophénol triiodé impur ($11^g,30$).

Pour séparer complètement ces deux composés, on transforme l'une et l'autre partie en ester acétique. Par des cristallisations fractionnées dans l'alcool ou l'éther acétique, on parvient à isoler à l'état pur chacun des esters. En saponifiant chacun d'eux, on obtient l'iodo-6 nitro-3 phénol et le nitrophénol triiodé à l'état de pureté.

Iodo-6 nitro-3 phénol. — Aiguilles jaunes fondant à 147°, insolubles dans l'eau, très solubles dans les solvants organiques, la ligroïne exceptée, moins solubles dans le benzène, dont la solution chaude le laisse cristalliser par le refroidissement.

---

(1) *Am. Soc.*, **39**, 1917, p. 445.

(2) *Proc. Chem. Soc.*, **17**, 1901, p. 131.

La plupart des réducteurs enlèvent l'iode de ce composé.

Dans l'action de 2^{mol} de brome sur l'iodonitrophénol (1^{mol} en solution acétique), on obtient, à chaud, un composé bromé exempt d'iode.

Le sel de baryum de cet iodonitrophénol peu soluble dans l'eau, forme des aiguilles rouges.

Le sel de sodium soluble dans l'eau, l'alcool, est en fines aiguilles rouges.

L'éther méthylique $C^6H^3(I)^6(NO^2)^3(OCH^3)^1$ est en fines aiguilles jaunes pâle fusibles à 129°, peu solubles dans l'alcool.

L'éther éthylique $C^6H^3(I)^6(NO^2)^3(OC^2H^5)^1$ est formé de longues aiguilles, teintées de jaune, fusibles à 84°.

L'iodo-6 nitro-3 phénoxypropanediol

$$C^6H^3(I)^6(NO^2)^3(OCH^2.CHOH\text{-}CH^2OH)^1$$

est en fines aiguilles molles fondant à 113°-114°.

L'ester acétique cristallise en aiguilles incolores, réfringentes, de point de fusion 122°.

Meldona et Eyre (*loc. cit.*) ont préparé l'iodo-6 nitro-3 phénol à partir de l'amino-6 nitro-3 phénol. Aiguilles jaunes ocre, point de fusion : 146-147°. Iodo-6 nitro-3 $OCH^3(I)$. Aiguilles jaunes paille, point de fusion : 127-128°.

Triiodo-nitro-3 *phénol.* — Fines aiguilles jaunâtres de point de fusion 135°, très solubles dans les solvants organiques, la ligroïne exceptée.

Son éther $C^6H(I^3)(NO^2)^3(OCH^3)^1$ est en fines aiguilles jaunes pâle fusibles à 126°.

Son éther $C^6H(I^3)(NO^2)^3(OC^2H^5)^1$ constitue de petites paillettes rectangulaires teintées de jaune. F. 92°.

Son ester acétique forme des tablettes incolores, en forme de losanges, réfringentes, F. 185°, peu solubles dans l'alcool, plus solubles dans l'éther acétique.

Nous poursuivons l'étude de l'iodo-6 nitro-3 phénol et du triiodo-nitro-3 phénol, en vue d'établir la constitution de ce dernier composé.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'un groupe de marmites de géants fossiles d'époque monastirienne sur la côte du Talmondais (Vendée).* Note (¹) de M. **Edmond Bocquier**.

Sur la côte du Talmondais, en Vendée, un peu au Sud-Est de Bourgenet, commune de Saint-Hilaire-de-Talmond, la falaise, haute de 4 à 6^m, est constituée de bas en haut par les couches suivantes :

1. Calcaire grisâtre, dur, en dalles sensiblement horizontales. Sur une longueur de 150 à 200^m, ces dalles sont creusées de nombreuses cavités, dues à l'action tourbillonnaire du gravier et du sable; la plupart sont hémisphériques et restent à l'état de cupules de 5 à 10^{cm} de diamètre; d'autres sont approfondies en cône allongé; quelques-unes deviennent de véritables cuvettes.
2. Un calcaire ocreux, d'une épaisseur de 3 à 4^m, appartenant à l'Hettangien, assez riche en petits fossiles, parcouru en tous sens par des filets entrecroisés de calcite.
3. Un sable argileux d'épaisseur variable, de $0^m,30$ à 1^m.
4. Un lit de $0^m,10$ de cailloux quartzeux anguleux aux arêtes émoussées, mêlés de graviers roulés et emballés dans une argile sableuse. A la surface de cette couche, nous avons recueilli en divers points voisins un outillage acheuléo-moustérien : amandes acheuléennes, petit coup de poing du type de la Micoque, pointe moustérienne.
5. Argile plus ou moins sableuse, de $1^m,20$ d'épaisseur, à petits graviers de quartz anguleux épars et de concrétions ferrugineuses diverses : pisolithes, limonite en poupées et en lits d'aspect scoriacé.
6. Sable noir humifère, épais de $0^m,20$ à $0^m,40$, à outillage néolithique assez abondant tiré de galets de silex, et à poterie décorée;
7. Lit intermittent de sable et de gravier avec coquilles marines altérées;
8. Sable noir, épais de $0^m,20$, avec vestiges gallo-romains;
9. Sable dunaire, de $0^m,20$ à $1^m,50$.

Les tempêtes de ces derniers hivers, ayant attaqué la falaise calcaire et dégagé son rebord des formations superficielles, ont mis en évidence, sur une longueur de 150^m environ, l'existence de nombreuses excavations, une trentaine environ, ayant l'apparence de marmites de géants. Elles sont creusées dans le banc hettangien, à 3 ou 4^m environ au-dessus des hautes mers, donc à 6 ou 7^m au-dessus du 0 moyen. Elles sont de forme à peu près constante, parfaitement circulaires, aux bords réguliers, souvent légèrement pansues. Leur diamètre va de $0^m,50$ à 1^m environ, et leur profondeur, de 1 à $1^m,50$. La mer les attaque actuellement par leur flanc ouest, et

(¹) Séance du 24 juin 1935.

la plupart sont coupées dans le sens vertical. De ce fait, la falaise, déjà divisée par de nombreuses diaclases, prend un aspect ruiniforme.

Plusieurs hypothèses peuvent être envisagées en vue de l'explication de ces cavités :

1° Les évidements verticaux de la falaise font penser à l'action du vent. Mais celle-ci ne peut s'exercer que sur l'à-pic et le rebord; or, sur un large replat récemment dégagé et par conséquent à l'abri, jusqu'ici, de toute action éolienne récente, existent des marmites intactes.

2° L'apparence karstique de la roche par endroits appelle l'hypothèse d'un phénomène de dissolution du calcaire par les eaux d'infiltration, d'autant que certaines diaclases ont été manifestement élargies en V très allongé. Mais les fissures agrandies par dissolution sont irrégulières et ont toujours des bords déchiquetés. Or, nos cavités ont une remarquable constance de forme et une parfaite régularité des bords et des parois.

3° Il s'agit de marmites de géants fossiles. La démonstration se poursuit aujourd'hui sous nos yeux par le creusement de nouvelles cupules et de bassins, au même point et dans les mêmes limites, sur une table calcaire de même nature 4 à 5m au-dessous de la précédente. Nos marmites devaient se trouver dans la zone de balancement des marées d'une mer dont le rivage se situait à une cote qui, par rapport au o actuel, pouvait être de 10 à 15m. Or, le lit de graviers qui se trouve au-dessus d'elles peut être approximativement daté; il précède immédiatement la période acheuléo-monstérienne, puisque c'est à sa surface que nous avons recueilli des témoins de cet âge; et, d'autre part il a dû se constituer par lavage et brassage de matériaux de surface dès le retrait de la mer, sinon les marmites eussent été rapidement détruites. Enfin, la couche archéologique qui vient au-dessus des graviers et des argiles est de l'époque néolithique.

Tout porte donc a admettre que les marmites de Bourgenet ont été creusées au cours de la phase transgressive de la mer *monastirienne*, contemporaine de l'homme moustérien. Elles se situent à la marge littorale du plateau d'une altitude de 10 à 15m qui s'étend d'Angles au nord des Sables d'Olonne, témoin morphologique d'une remarquable plaine côtière correspondant à la zone de balancement des marées de la mer monastérienne.

GÉOLOGIE. — *Sur les formations continentales post-hercyniennes de l'Ouest africain (Afrique occidentale et Afrique équatoriale).* Note [1] de MM. V. **Babet** et **Raymond Furon**, présentée par M. Lucien Cayeux.

En confrontant d'une part les résultats acquis séparément et d'autre part les *matériaux*, nous avons été frappés par la constance des facies continentaux sur de très grandes étendues. Il nous a paru intéressant de tenter un essai de comparaison entre les régions les plus voisines : le Sahara soudanais et le bassin de la Haute-Sangha séparées par la dorsale cristalline du Cameroun.

En Afrique occidentale, les sédiments marins primaires ont été plissés à un moment du Carbonifère par des mouvements que nous appelons *hercyniens* par comparaison avec les autres régions du globe. C'est apparemment à la même époque que furent plissés le *Schisto-calcaire* et le *Schisto-gréseux* de l'Afrique équatoriale. Ce dernier représente un épisode continental ancien qui pourrait être comparé à la base des grès de Nubie lesquels, on le sait, débutent au Primaire [2].

A. *Continental intercalaire et Grès horizontaux du Congo.* — Dans le Sahara, le détroit de la Bénoué, le Niger et le Soudan oriental, à la suite des mouvements hercyniens, les régions basses ont été comblées par des matériaux détritiques groupés par M. C. Kilian [2] sous le nom de *Continental intercalaire*. Ce sont des argiles, des grès grossiers ne contenant que des bois fossiles et des dents de *Ceratodus*, *Gigantichtys*, etc. Dans le Damergou, les grès, le plus souvent roses et kaolineux, sont recouverts par le Cénomanien marin transgressif [3]. Dans le bassin congolais, après des mouvements orogéniques comparables, le remplissage de la cuvette commence également vers le Permien, comprenant les séries de Loualaba-Loukouga et Loubilache. Dans la Haute-Sangha notamment, région la plus voisine des territoires de l'Afrique occidentale, les grès horizontaux du Congo (= Loubilache) reposent directement sur le socle plissé. Ils sont roses, kaolineux, absolument semblables à ceux du Continental intercalaire du Damergou.

B. *Formations continentales post-éocènes.* — Dans la moitié orientale

(1) Séance du 17 juin 1935.

(2) C. Kilian, *C. R. Soc. Géol. France*, 5e série, **1**, 1931, p. 109.

(3) R. Furon, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 793 et 1033 ; **198**, 1934, p. 1248.

du Sahara soudanais, la transgression crétacée permet de séparer la série continentale secondaire de la série tertiaire. Les dernières couches marines connues sont éocènes.

AFRIQUE OCCIDENTALE.	AFRIQUE ÉQUATORIALE.	
Sahara soudanais.	Intérieur.	Zone côtière.
Formations récentes : alluvions, sables, latérites.	Formations récentes : alluvions, sables, latérites.	
Grès ferrugineux.	Grès ferrugineux.	
Sables argileux fluvio-lacustres.	Dépôts à fossiles d'eau douce (*Kounzoulou*, *Louboudi*, *Mont Bounza*	Sables gréseux (*Ogooué*, *Rembo*, *Loango*).
Eocène marin fossilifère : *Adar Doutchi*, *Tilemsi*. Crétacé marin fossilifère : *Damergou*, *Adar Doutchi* (Cénomanien-Sénonien).	↓ (*pas d'épisode marin*) ↑	Eocène marin fossilifère. Crétacé marin fossilifère (Albien-Sénonien).
Continental intercalaire (Carbonifère-Cénomanien inf.) : grès grossiers, grès blancs ou roses, kaolineux, argiles.	(Loubilache Sankourou, Loukouga-Loualaba) grès grossiers, grès blancs ou roses, kaolineux, argiles.	Grès sublittoraux. ↓
Mouvements hercyniens (*discordance*).	Mouvements hercyniens (*discordance*).	
Primaire marin : Cambrien-Carbonifère. Conglomérat, arkoses.	Primaire continental : Schisto-gréseux. Primaire marin : Schisto-calcaire. Conglomérat.	
Discordance.	*Discordance.*	
Précambrien.	Précambrien.	

Les argiles post-éocènes ont livré un Gastropode, *Ceratodes* (1). Elles

(1) G. F. Dollfus et P. Dautzenberg, *Journ. Conchyol.*, 69, 1925, p. 225.

sont recouvertes d'une couche de grès ferrugineux, brun-violet, dont nous retrouvons l'équivalent lithologique dans la Haute-Sangha au sommet des grès horizontaux du Congo (Loubilache), ainsi que sur la bordure cristalline.

Les argiles et sables fluvio-lacustres post-éocènes du Niger nous paraissent correspondre aux formations tertiaires à Mollusques d'eau douce de Kounzoulou [1], du Louboudi et du Mont Bounza [2]. En Afrique équatoriale les formations continentales remplissant la cuvette congolaise, sont apparemment continues, en Afrique occidentale elles sont séparées par l'intercalation d'une série marine fossilifère (Cénomanien-Eocène du Sahara soudanais). Nous retrouvons cette même série marine sur la côte équatoriale.

Conclusion. — Ces études stratigraphiques et lithologiques nous autorisent à établir un tableau que nous présentons comme une hypothèse de travail et les conclusions suivantes :

1° Les grès kaolineux du Continental intercalaire du Niger correspondent aux grès horizontaux kaolineux de la Haute-Sangha et aux formations analogues du bassin du Congo.

2° Aux argiles sableuses et aux grès ferrugineux post-éocènes du Niger, correspondent les roches à fossiles d'eau douce, le grès ferrugineux de l'Afrique équatoriale et les roches siliceuses polymorphes, ces dernières pouvant être de formation récente.

GÉOLOGIE. — *L'enracinement des Klippes des Etienne-Encauron, au Nord de la Sainte-Baume.* Note de M. **Maurice Gence**, présentée par M. Charles Jacob.

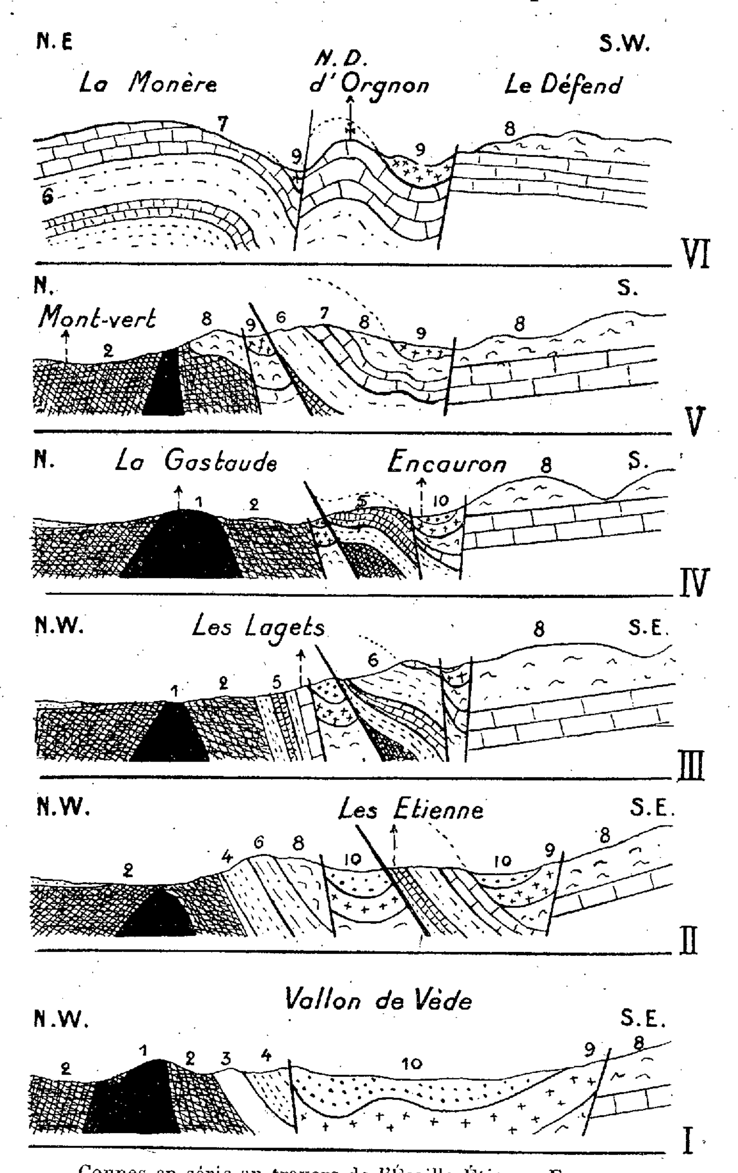
La feuille d'Aix au 1/80 000ᵉ et la carte géologique de la Sainte-Baume au 1/50 000ᵉ de M. Repelin indiquent, entre le dôme de la Lare et le Trias d'Auriol-Saint-Zacharie, deux klippes jurassiques (Les Etienne et Encauron) reposant subhorizontalement sur un substratum crétacé. Leur origine serait à rechercher dans l'extension de la *grande nappe de Provence* de Marcel Bertrand, dont l'érosion aurait respecté ici deux témoins.

---

(1) V. Babet, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1012.

(2) Leriche, *Ann. Soc. géol. Belgique, Publ. relat. Congo*, 50, 1926-1927, p. 46; Polinard, *ibid.*, 55, 1931-1932, p. 63; Jamotte, *ibid.*, 58, 1934-1935, p. 13.

Un lever au 1/10 000e nous a montré d'abord que les Etienne-Encauron



Coupes en série au travers de l'Écaille Étienne-Encauron.
1, Muschelkalk; 2, Keuper; 3, Rhétien; 4, Hettangien; 5, Lias; 6, Bajocien-Rauracien; 7, Séquanien; 8, Kiméridgien-Portlandien; 9, Sénonien à Hippurites; 10, Valdonnien-Fuvélien. Échelle : 1/30 000e.

forment un même ensemble, et que ce lambeau était constitué uniquement par une écaille allant de l'Infralias au Jurassique supérieur, à pendage

Sud-Est, crevant le manteau des sédiments crétacés qu'elle relève au Nord, et sous lesquels elle s'enfonce au Sud-Est.

Une série de coupes de l'Ouest à l'Est va rendre compte de cet accident, dont la longueur ne dépasse pas 3^{km} et la largeur moyenne 400^{m}.

Dans la vallée de Vède (I) le synclinal crétacé, bien connu par d'anciennes exploitations de lignite, montre que ce bassin est effondré par failles entre le Jurassique de la Lare et le Trias d'Auriol.

Aux Etienne (II), la lame anticlinale perce le Crétacé : elle se compose d'Hettangien, Lias, Bajocien-Argovien très réduits, et de calcaires séquaniens.

A l'Est des Lagets (III) l'anticlinal d'Auriol est complet, du Trias au Crétacé supérieur, tandis que l'écaille couchée sur lui, dessine un petit mouvement anticlinal secondaire, et que le synclinal crétacé est très réduit au Sud.

La coupe Gastaude-Encauron (IV) souligne l'importance prise par le Trias, car tout le flanc Sud de l'anticlinal est laminé. Le lambeau montre surtout un bel affleurement de Lias.

Entre le château de Montvert et la Lare (V), le Trias est coiffé de dolomies néojurassiques, et le synclinal Nord dont l'axe se relève, ne comporte plus de Crétacé fluvio-lacustre. Au Sud, l'écaille supporte directement le Crétacé sous lequel elle plonge, sans cassures.

A N-D d'Orgnon (VI) il ne subsiste plus au sein des calcaires jurassique supérieur que deux petits synclinaux faillés, ayant conservé des témoins de Sénonien marin.

Ce que les coupes ne peuvent indiquer, c'est que l'homogénéité de l'écaille Étienne-Encauron est rompue six fois par des failles transversales Nord-Ouest-Sud-Est qui abaissent généralement les compartiments ainsi créés vers les extrémités du massif.

GÉOLOGIE. — *Les phases tectoniques successives aux environs de Marseille.* Note de M. **Georges Denizot**, présentée par M. Charles Jacob.

Les déformations tectoniques de la Provence occidentale, dites pyrénéennes et datées de l'Éocène supérieur, se répartissent en réalité sur plusieurs époques.

I. Des mouvements préparatoires se manifestent au moins dès le milieu du Crétacé.

Auparavant très homogènes, les faciès deviennent variés au cours de l'Aptien dont le terme supérieur offre : au Sud, le faciès à Céphalopodes, assez profond; au Nord et à l'Est, le faciès littoral dit « de Fontdouille », à Orbitolines, glauconie, grains de quartz. Aux Marres (sud-est de Simiane) ce faciès s'accole à un Urgonien d'épaisseur réduite et renferme des débris remaniés de cette roche. La tendance à l'émersion s'accentue à l'Est, vers Nans; elle se déplace à l'Albien. La transgression cénomanienne montre ensuite des localisations fort nettes (1), et c'est seulement au Sénonien que la mer, après d'importantes érosions, reprend possession de ce territoire.

2. Une phase essentielle se place durant le Fluvio-lacustre de la fin du Crétacé, entre les couches de Valdonne-Fuveau et celles de Bédoule-Rognac. Elle est marquée par des discordances avec lacune plus ou moins étendue, et ceci est surtout important au bord de la Sainte-Victoire (Le Tholonet) et dans la Nerte (Les Cadeneaux) où le Bégudo-Rognacien transgresse par une brèche. De même dans la vallée de l'Huveaune, les extensions deviennent indépendantes, les couches antérieures n'étant pas limitées par les lignes directrices qui ont, au contraire, réglé la répartition des couches postérieures. Enfin, l'accumulation des galets permiens révèle, avec le Bégudien, une hydrographie nouvelle.

Ces faits ont été donnés par L. Collot, par E. Fournier : mais leur signification a été méconnue, ou même ils ont été contestés. De Gignac à la Malle, la Brèche apparaît sous le Calcaire de Rognac et s'appuye contre le Sénonien marin, puis contre l'Albien ou Aptien en remaniant les débris de ces terrains. L'accident que nous avons signalé dans une Note antérieure, ramenant la Brèche sur la bande de Sénière, la présente en contact avec le Crétacé inférieur : elle lui emprunte ses galets. Plus loin, le synclinal des Cadeneaux contient la Brèche sur le Jurassique supérieur : on y trouve les calcaires blancs et roses et les dolomies de ce substratum.

Dans la tranchée de Tubié, près Septèmes, où la série dite renversée est presque supprimée par écrasement, la Brèche est superposée à l'Aptien et renferme toutes les roches précédentes, avec aussi des galets de calcaire vermiculé du Trias. E. Fournier a signalé un fait semblable vers Sénière.

3. La discordance vers le milieu de Bartonien (*sensu lato*) auprès d'Aix semble dater le principal effort tectonique, et les formations consécutives ont une répartition très indépendante. Après cet effort principal se sont prononcés les effondrements qui ont créé le Bassin de Marseille, dans la partie centrale de la région disloquée. Mais au sud-est d'Allauch, le décrochement de Passetemps qui a modifié les chevauchements, a porté son effort sur le calcaire de base de l'Oligocène.

Les failles du Bassin de Marseille ont plus ou moins dénivelé son comblement détritique. Entre Allauch et la Bourdonnière, l'une d'elle intéresse une grande partie du dépôt, mais non la partie supérieure, attribuable à l'Aquitanien. Ainsi à Marseille, comme nous l'avions vu antérieurement à Alès (2), les failles consécutives aux mouvements pyrénéens cessent leur activité durant l'Aquitanien.

4. Les mouvements ultérieurs se réduisent à de médiocres inclinaisons et cassures des couches miocènes.

---

(1) H. Arlaud, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2029.

(2) G. Denizot, *Bull. Soc. géol. France*, 5e série. 1, 1931, p. 397.

Après une préparation plus ou moins accentuée au Crétacé moyen, nous reconnaissons donc *une phase essentielle à la fin du Crétacé*, vers la base du Danien : elle a créé de vrais anticlinaux qui ont été rasés jusqu'au Jurassique, et même déjà avec des extrusions triasiques. Un anticlinal sur l'emplacement de la Nerthe et de l'Étoile, un autre correspondant à la Sainte-Victoire, délimitaient le Bassin de l'Arc, comme aujourd'hui. Les attaques de l'érosion ont constitué un territoire très hétérogène, circonstance déterminante de la grande variété des effets de la phase principale pyrénéenne : sous l'effort des compressions, le Bassin de l'Arc s'est resserré, ses bords tendant à basculer l'un vers l'autre. Cette phase principale s'est d'ailleurs prolongée quelque temps, et a été immédiatement suivie des effondrements du Bassin de Marseille. Par contre une phase ultérieure, alpine, n'a pas laissé ici de trace reconnaissable.

GÉOLOGIE. — *Sur la séparation des divers constituants des marnes.* Note de M. **Pierre Urbain**, présentée par M. Charles Jacob.

J'ai décrit [1] une méthode applicable à la séparation des divers constituants des argiles : minéraux cristallisés, colloïdes, électrolytes. L'appareil utilisé réalise simultanément l'élimination des électrolytes par électrodialyse et la concentration des colloïdes par électrophorèse. Son fonctionnement n'est donc satisfaisant qu'autant que la proportion d'électrolytes dans la suspension traitée est assez faible pour ne pas contrarier l'électrophorèse : cette condition n'est pas réalisée dans le cas des *marnes*, qui renferment, sous forme de calcite et de dolomie (sans préjudice des sulfates et des chlorures retenus par ces roches), une proportion très élevée d'électrolytes. Il est donc nécessaire d'éliminer ceux-ci avant de procéder à l'électrophorèse. Cette élimination est d'ailleurs conseillée par tous les auteurs, quelle que soit la méthode de séparation employée, afin de dégager complètement la matière argileuse retenue par les agrégats cristallins.

Le procédé couramment utilisé consiste à détruire les carbonates par l'acide chlorhydrique dilué, puis à laver le résidu pour entraîner les chlorures formés.

---

(1) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 964.

De nombreux auteurs (¹) ont reconnu les inconvénients de cette pratique : altération des minéraux argileux, coagulation des colloïdes, destruction des fossiles calcaires, etc. Pour les éviter, MM. Demolon et Bastisse (²) ont établi une méthode fondée sur la *peptisation* des minéraux argileux par agitation en présence d'électrolytes tels que le citrate de sodium, les carbonates n'étant détruits qu'à la fin du traitement; mais le rendement quantitatif de cette méthode très élégante n'est pas toujours satisfaisant. De son côté, M. Dreyfuss (³) a proposé d'employer comme peptisants, soit des solutions de savons de potasse, soit des corps organiques comme la gomme arabique ou la gélatine. On évite donc la destruction des carbonates, mais l'addition d'acide chlorhydrique ou acétique reste nécessaire pour provoquer la floculation de la suspension argileuse après décantation. On n'est donc pas assuré que les minéraux caractéristiques (colloïdes et phyllites argileuses) n'ont pas été altérés, soit par la solution de savon, soit par le défloculant. Enfin, ces méthodes imposent de broyer finement la roche, ce qui entraîne la destruction des petits organismes dont l'isolement et la détermination pourraient présenter quelque intérêt.

Pour éliminer ces divers inconvénients, j'ai modifié la méthode précédemment décrite, qui comporte désormais les opérations suivantes :

1° la marne, divisée en fragments de la grosseur d'une noisette, est séchée à l'air jusqu'à poids approximativement constant;

2° la marne séchée et pesée est mise à déliter dans l'eau distillée (5 à 10^{g} dans 200^{cm^3}) : on peut accélérer le délitage par une agitation modérée;

3° la boue obtenue est filtrée et lavée sur des filtres en *soie à bluter* de finesse croissante (mailles de 300, 180 et 90 microns); le lavage, exécuté à la pissette, doit être énergique et rapide, et le volume de la suspension ayant traversé le dernier filtre ne doit pas dépasser 800 à 1000^{cm^3}.

On obtient ainsi trois fractions réunissant les éléments macroscopiques, les petits fossiles et la majeure partie des minéraux déterminables au microscope : il est donc possible de les trier, de les monter et de les étudier complètement;

4° la suspension réunissant tous les éléments fins et les électrolytes est placée dans le compartiment central d'un *électrodialyseur* fonctionnant sous une tension de 50 à 100 volts, de manière à entraîner rapidement les électrolytes : les carbonates alcalinoterreux étant trop peu solubles pour que leur élimination soit complète, on

---

(¹) CAYEUX, *Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires*, p. 22; THIÉBAUT, *Contribution à l'étude des sédiments argilocalcaires du bassin de Paris* (Thèse, 1925), p. 53.

(²) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 675.

(³) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1631.

les transforme en bicarbonates en faisant barboter de l'anhydride carbonique sous pression dans le compartiment central, pendant l'électrodialyse.

Les solutions salines provenant des compartiments extrêmes sont réunies et analysées, afin de déterminer la teneur de la marne en sodium, potassium, acide sulfurique et chlore;

5° la suspension restant dans le compartiment central, étant débarrasée d'électrolytes, ne présente plus en général qu'une stabilité précaire : on laisse décanter, on sépare le liquide du dépôt, et l'on remet celui-ci en suspension par agitation en présence d'électrolytes convenables, comme l'ont proposé MM. Demolon et Bastisse;

6° les électrolytes, ajoutés en quantité très minime, doivent assurer la stabilité des colloïdes sans contrarier l'électrophorèse : l'étude néphélométrique de la décantation, à l'aide d'une cellule photoélectrique et d'un galvanomètre enregistreur, permet de déterminer la concentration optima;

7° l'électrophorèse est exécutée sous haute tension dans un appareil dont les dispositions sont inspirées de celles qu'a adoptées Mlle N. Choucroun (1) : les modifications apportées ont pour but de permettre de traiter un assez grand volume de suspension (250^{cm^3} environ) et de faciliter la décantation des éléments cristallisés pendant le transport des éléments sensibles à l'action du champ électrique.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les argiles noires éocènes de la Forêt de la Londe (feuille géologique de Lisieux) contiennent des algues appartenant au genre* Botryococcus. Note de M. **Louis Dangeard**, présentée par M. Pierre Dangeard.

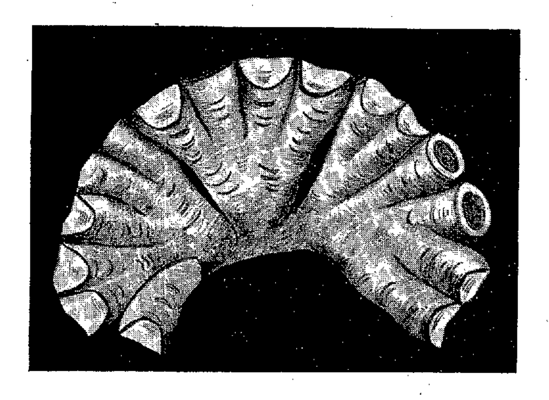
J'ai recueilli récemment, en compagnie de MM. Bigot et Onfray, des échantillons d'argile noire exploitée pour faïencerie dans une profonde carrière, près de Thuit-Hébert, à la lisière de la forêt. La coupe montre des argiles feuilletées, épaisses, surmontées par des sables de couleur variée et par de l'argile à silex remaniée. La formation, qu'il convient sans doute de rapporter provisoirement à l'argile plastique du Bassin de Paris, est certainement très irrégulière car l'aspect du front de taille était tout autre en 1906 (2).

Les argiles noires étudiées contiennent des grains de quartz disposés par nids, de nombreux restes de Plantes et se montrent, en outre, parsemées de grains de pollen, de petits corps gris ou verdâtres et de *corps jaunes*. Ces derniers correspondent à des colonies globuleuses de *Botryococcus* (Hété-

(1) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 777.

(2) D'après la coupe donnée par M. Paul Lemoine. *B. Soc. amis des sc. nat. de Rouen*, 5e série, **41**, 1906, p. 453.

rontées), parfaitement conservées sous forme d'enveloppes à stries concentriques réunies au centre par leurs pédoncules. L'ensemble offre l'aspect d'une inflorescence en ombelle. Les cellules elles-mêmes ont disparu mais la cupule gélatineuse où elles étaient enchâssées est bien visible (dimensions : $8^{\mu} \times 12^{\mu}$ ou davantage). La taille des thalles qui forment les corps



Portion étalée de colonie de *Botryococcus elegans* L. Dangeard.

jaunes varie beaucoup, les *colonies-filles* pouvant se grouper en amas atteignant $0^{mm},5$; la couleur jaune orangé paraît due, comme chez l'algue vivante, à l'imprégnation des membranes cupulaires par l'huile.

Je propose d'appeler cette forme des argiles noires *Botryococcus elegans*. C'est la première fois, à ma connaissance, que ce genre est signalé dans le Tertiaire.

On sait que cette algue planctonique joue un rôle considérable comme organisme générateur d'huile. Actuellement, *Botryococcus Braunii* est répandue dans les contrées les plus diverses, à la surface des étangs et des lacs où elle constitue parfois une mousse abondante. Accumulée sur le fond, elle provoque la formation de la *coorongite*, de la *n'nangellite*, de la *balkhachite*, c'est-à-dire d'un sapropèle riche en hydrocarbures. Au Primaire, certains *bogheads* ont pris naissance de cette manière (*Pila* de Renault et Ch. E. Bertrand).

Il est donc intéressant de trouver cette curieuse algue très bien conservée dans des argiles tertiaires sapropéliennes qui représentent un matériel favorable à la recherche d'organismes microscopiques, et aussi, peut-être, à l'étude de certains hydrocarbures d'origine végétale.

ENTOMOLOGIE. — *Le moustique maritime.* Note [1] de M. J. **Legendre**, présentée par M. Louis Bouvier.

J'ai signalé [1] la présence d'un moustique, *Ædes punctatus*, dans les marais salés du littoral charentais et décrit son comportement d'avril à novembre.

A mi-novembre de fortes pluies balayèrent les gîtes sans y laisser une larve, ce qui fait supposer que cet insecte hiberne à l'état d'imago. En hiver les marais sont inondés, aucun *Ædes* n'y est vu.

La ponte d'*Æ. punctatus* est précoce; avant la fin de l'hiver les femelles sont mûres pour la première ponte annuelle qui est subordonnée à l'époque de la première grande marée assez forte pour pénétrer dans le marais et déborder puisque *punctatus* pond dans les eaux stagnantes provenant du débordement du flot. En 1935, la première grande marée (117) qui réalisa ces conditions fut celle du 5 mars. Pendant quelques jours les canaux reliant la mer au marais débordèrent et remplirent d'eau salée tous les drains et dépressions du sol où je notai trois ou quatre jours après la présence de nombreuses larves venant d'éclore. Le gel, qui sévissait alors, n'a pas atteint les flaques d'eau de mer. Outre le marais, deux fossés voisins où le flot était rentré reçurent aussi des pontes.

Les jeunes larves d'*Ædes* sont sensibles au froid; quelques-unes d'entre elles, conservées dans un local où la température n'était que de 3°, étaient en état de mort apparente, mais elles devinrent actives après exposition au soleil ou transfert dans une pièce à 13°.

Deux échantillons d'eau, prélevés dans des gîtes à larves, contenaient l'un et l'autre 26^g de chlorure de sodium au litre (M. Blanc). Mais *Ædes* n'exige pas toujours une salure aussi élevée; j'ai trouvé ses larves en abondance dans un fossé ne contenant que $1^g,053$ de chlorure de sodium au litre. La présence de Cypris et de Cyclopes parmi les larves indiquait que l'eau était presque douce; ces entomostracés n'accompagnant pas *Ædes* dans les eaux fortement salées.

Sept jours après la marée, le flot n'atteignant plus les gîtes, ceux-ci se réduisirent à quelques litres d'eau où les larves se concentrèrent, mais qui vinrent rapidement à sec. L'instinct qui guide l'insecte pour la qualité de

---

(1) Séance du 24 juin 1935.

l'eau propice à sa progéniture ne l'éclaire pas sur la quantité nécessaire à l'évolution des œufs jusqu'au stade ailé sans risquer la mise à sec.

La marée du 3 avril, en inondant les gîtes qui étaient à sec depuis une quinzaine, provoqua immédiatement de nouvelles pontes attestées par la présence de jeunes larves extrêmement nombreuses parmi lesquelles se voyaient quelques grosses larves ou pupes ayant échappé à l'assèchement. La densité des peuplements larvaires d'*Æ. punctatus* est égale ou supérieure à celle de *Culex pipiens* dans les water-closets ou dans les mares à purin, elle est supérieure à celle d'*Ædes Egypti* dans les récipients domiciliaires et à celle des Anophélines dans les rizières. Cette fécondité compense les conditions hydrologiques étroites que le régime des marées impose à l'espèce et les destructions en masse qu'elle subit. C'est pourquoi les éclosions d'*Æ. punctatus* ont le caractère d'invasions, comme celles des sauterelles, et ne durent que quelques jours.

L'assèchement des gîtes ayant supprimé la quasi-totalité des deux premières générations larvaires avant leur métamorphose en insectes ailés, la présence d'*Ædes* n'a pas été constatée dans la Ville en mai comme en 1934.

L'Annuaire des marées est l'indicateur du nombre et de la date des générations d'*Ædes* pour l'année en cours, 3 semaines environ après le flux étant nécessaires à la transformation des œufs en moustiques. Plus forte est la marée, plus les gîtes sont étendus et durables et plus nombreuse sera la génération nouvelle. Le caractère temporaire de ces gîtes salés et leur disparition prolongée rendent leur découverte impossible si on les recherche quand ils sont à sec, et peuvent faire considérer ce moustique autochtone pour un migrateur apporté par certains vents.

Dans le marais où j'ai fait mes observations le coefficient 100 pour la marée est le minimum nécessaire à la formation des gîtes. Ce coefficient ne sera atteint la prochaine fois qu'à la marée du 16 juillet, les femelles fécondées de la deuxième génération (avril) devront donc attendre deux mois et demi pour disposer d'eau salée pour leur ponte. Cette exigence de l'insecte pour la salure de l'eau qui reçoit ses œufs oblige les femelles d'*Ædes punctatus* à retenir leur ponte jusqu'à l'apparition de conditions favorables. J'ai déjà observé cette gestation prolongée chez des femelles de *Culex pipiens* captives en milieu dépourvu d'eau.

Dans le même marais, des canaux et des flaques pleins de larves en 1934 n'en contenaient pas une cette année. Le fait est dû à la pollution chimique de ces eaux par un effluent d'usine. J'ai confirmé la relation entre cette pollution et l'absence de larves en plaçant dans un récipient contenant

l'eau en question des larves d'*Ædes punctatus*, de *Culex pipiens*, de Chironome et d'Éphémère. Plusieurs essais m'ont démontré que les larves de Chironome et d'Éphémère meurent après une heure de séjour dans cette eau, les larves de moustique durent deux à quatre heures, les pupes résistent 36 à 48 heures. A l'analyse cette eau accuse $3^g,50$ de chlorure de sodium et $14^g,70$ d'acide sulfurique au litre, c'est-à-dire que c'est de l'eau de mer fortement diluée par de l'eau douce chargée d'un produit corrosif.

GÉNÉTIQUE. — *La transplantation des disques imaginaux chez la Drosophile.* Note de MM. **Boris Ephrussi** et **G. W. Beadle**, présentée par M. Caullery.

La Mécanique du développement et la Génétique se sont développées d'une manière presque indépendante, les objets de choix pour les deux genres d'expérimentation s'étant trouvés très différents. Les mécanismes étudiés par l'une et par l'autre se présentent comme différents et nous ne savons que peu de chose actuellement de leurs rôles respectifs dans le développement.

Il est évident cependant qu'on ne peut songer à construire une théorie générale du développement sans connaître l'interaction des facteurs différents étudiés par chacune de ces deux disciplines. Un pont ne peut être jeté entre elles que par l'application des méthodes de l'une de ces disciplines au matériel étudié par l'autre. Il est clair également qu'on ne peut penser actuellement à pousser la Génétique de la Grenouille ou de l'Oursin (objets classiques de la mécanique embryonnaire) aussi loin que celle de la Drosophile; on peut songer, au contraire, à appliquer les méthodes de l'Embryologie causale à la Drosophile (matériel de choix des études génétiques).

La méthode qui a fourni les renseignements les plus importants aux embryologistes est la transplantation, ou la greffe. En Génétique, l'étude des mosaïques, récemment exploitée surtout par Sturtevant, ([1]), conduit à une analyse du même genre, cependant avec toutes les difficultés de l'observation dirigée par le hasard. Si nous soulignons cette limitation naturelle des possibilités de l'étude des mosaïques, ce n'est que pour mieux mettre en valeur quelques observations qu'elle a apportées : nous voulons

([1]) A. H. Sturtevant, *Proced.*, VI, *Int. Cong. genet.*, vol. 1, 1932, p. 304-307.

nommer particulièrement la découverte de quelques gènes, dont les manifestations ne sont pas autonomes dans le développement, car, dans notre esprit, ce sont précisément ces gènes qui seront les plus utiles pour la solution de certains problèmes dont nous allons parler un peu plus bas.

Sturtevant a montré que le gène *v* (vermillon-couleur de l'œil) ne se différencie d'une manière autonome que dans certaines conditions. Un tissu de constitution *v*, inclus dans une mouche dont les tissus contiennent le gène allélomorphe normal de *v*, ne montrera pas le caractère *v*, tant que la constitution de la gonade n'est pas *v*. Il y a donc, dans ce cas, une corrélation entre la couleur de l'œil et la constitution génotypique de la gonade. Ces particularités de la manifestation du gène *v* nous ont paru fournir la possibilité d'aborder un problème plus général, que nous avons déjà signalé plus haut : la détermination des caractères mendéliens (telle qu'elle est étudiée par les généticiens) et la détermination du devenir d'une ébauche (telle qu'elle est étudiée par les embryologistes) se rapportent-elles réellement à deux phénomènes distincts, ou sont-elles deux aspects d'un phénomène unique ?

La réponse à cette question a été apportée par l'expérience suivante : on excise à une larve de Drosophile, provenant d'un stock *v* pur, le disque imaginal de l'œil et on l'introduit, à l'aide d'une micro-pipette, dans une larve du stock sauvage. La pupaison se produit le lendemain, et cinq jours après l'opération (à 25°), une mouche éclot, présentant (le plus souvent dans l'abdomen) un œil parfaitement différencié. Cet œil est, comme les yeux normaux de la mouche, du type sauvage, malgré sa constitution *v*.

On doit conclure de cette expérience : 1° que le disque imaginal transplanté a été strictement déterminé au sens embryologique, au moment de l'opération, puisqu'il donne toujours un œil, indépendamment du lieu de son développement ; 2° qu'à ce moment, le caractère mendélien *v* n'a pas encore été irréversiblement déterminé. Les deux phénomènes sont donc indépendants et se produisent à des moments différents.

Comme nous l'avons déjà dit, dans les mosaïques pour *v*, l'œil, qui est génotypiquement *v*, n'est *v* phénotypiquement que lorsque la gonade (ou quelque tissu voisin) est génotypiquement *v*. Dans le cas contraire, l'œil montre la couleur du type sauvage. Mais, comme ces mosaïques sont le résultat de l'élimination d'un chromosome X, les gonades deviennent non seulement *v*, mais encore ♂ en même temps, de sorte qu'il est impossible de savoir si la suppression de la couleur *v* est due à la constitution de la gonade, du point de vue du gène *v* uniquement, ou à celle-ci accompagnée de changement de sexe.

La transplantation des disques imaginaux nous a fourni les résultats suivants : des disques *v*, implantés dans des larves *v*, donnent un œil vermillon; des disques (*non-v*), implantés dans des larves (*non-v*), donnent un œil du type sauvage; des disques *v*-XX, ou *v*-X, implantés dans les larves (*non-v*)-XX, ou (*non-v*)-X, donnent un œil du type sauvage. Ces différentes combinaisons montrent que la suppression de l'effet du gène *v* dans les mouches du type sauvage est due uniquement au gène allélomorphe normal de *v*, car elle s'opère également bien dans les deux sexes.

Nous pensons que les expériences citées suffisent pour montrer les possibilités de la méthode de transplantation, appliquée à un matériel connu au point de vue génétique.

SÉROLOGIE. — *Application aux sérums antistreptococciques d'une nouvelle méthode de titrage par la neutralisation des anticorps* in vitro. Note de MM. **Louis Cotoni** et **Jacques Pochon**, présentée par M. Félix Mesnil.

Nous avons fait connaître ([1]) une méthode nouvelle, fondée sur la neuralisation des anticorps *in vitro*, permettant de titrer l'activité thérapeutique des sérums antipneumococciques. La présente Note relate les résultats de recherches faites, suivant le même principe, sur les sérums antistreptococciques. Le titrage de ces derniers sérums s'est heurté de tout temps à des difficultés multiples. Les méthodes *in vivo* sont souvent inapplicables, les échantillons de Streptocoque isolés dans des infections humaines sévères étant fréquemment dénués de pouvoir pathogène pour les animaux d'expérience. Quand la virulence du Streptocoque permet d'utiliser la Souris, on est souvent déçu par l'irrégularité des résultats, et cette opinion ne nous est pas particulière. L'emploi du Lapin fournit des résultats plus catégoriques, mais les échantillons de Streptocoque tuant régulièrement le Lapin, à faibles doses, sont fort rares [Césari, Cotoni, Mlle Chambrin ([2])] et de provenance presque exclusivement animale (cheval, poule). Les animaux utilisés pour les titrages offrent des écarts de résistance qui rendent les conclusions peu nettes. Le problème se complique en outre de l'existence de races antigènes multiples.

Des difficultés si nombreuses nous ont amenés à tenter l'application de

([1]) *Comptes rendus*, 198, 1935, p. 200.
([2]) *Ann. Inst. Pasteur*, 41, 1927, p. 1270 et 50, 1933, p. 608.

notre méthode nouvelle au titrage des sérums antistreptococciques. Rappelons son principe : *chercher le volume maximum de sérum qu'un poids connu d'antigène sec peut dépouiller de ses anticorps.* On met en contact un poids constant d'antigène streptococcique avec des volumes variés de sérum; dans le liquide, séparé par centrifugation, on décèle la présence d'anticorps libre, par la précipitation que provoque un extrait streptococcique au contact du sérum.

En pratique, on verse dans une série de 11 tubes des volumes décroissants (1^{cm^3} à 0^{cm^3}) de sérum antistreptococcique, des volumes croissants (0^{cm^3} à 1^{cm^3}) de sérum normal, 1^{cm^3} d'une solution de NaCl à 1 pour 100, et 1^{cm^3} d'une émulsion de poudre parfaitement desséchée et finement broyée de l'échantillon de Streptocoque utilisé pour préparer le sérum, échantillon tué préalablement par l'alcool-éther. Cette émulsion contient 1^{mmg} de poudre microbienne ou moins, s'il le faut, pour 1^{cm^3} d'eau salée. On abandonne 1 heure à 35°, en agitant plusieurs fois.

D'autre part on a préparé, quelques heures auparavant, l'extrait streptococcique destiné au deuxième temps de la méthode. Pour cela, on fait une émulsion *plus concentrée* du même échantillon (0^{g},004 par centimètre cube d'eau salée à 1 pour 100), qu'on abandonne 4 heures à 35° et centrifuge.

On ajoute donc dans chaque tube débarrassé de la poudre microbienne par centrifugation, à 1^{cm^3} de liquide, 1^{cm^3} de l'extrait streptococcique précédent. On cherche quel est le tube où l'opacité est la plus faible, par comparaison avec le 11e tube (témoin renfermant extrait microbien et sérum normal). Il est indiqué de faire la lecture sur fond noir. On détermine ainsi le volume le plus petit de sérum, non neutralisé par l'antigène.

Nous avons pu vérifier que la saturation réciproque de l'antigène et de l'anticorps obéit, chez les Streptocoques comme chez les Pneumocoques, à la loi des proportions multiples : le sérum étant dilué de moitié, la quantité correspondante d'antigène fixateur s'abaisse également de moitié. Un sérum est saturé par le Streptocoque correspondant. L'extrait d'un Streptocoque voisin, mais différant légèrement du premier par sa structure antigène, peut provoquer la précipitation au contact du sérum en question, mais se montre incapable d'en neutraliser tous les anticorps. Aussi doit-on utiliser, pour les titrages, l'échantillon de Streptocoque employé à la préparation du sérum.

Nous avons étudié, à l'aide de cette nouvelle méthode, plusieurs sérums équins antistreptococciques préparés à l'aide d'un échantillon aviaire (poule) remarquablement pathogène pour le Lapin (dose mortelle minima par voie veineuse : 10^{-5} cm³ de culture liquide). Le choix de ces sérums nous a permis de raccorder les résultats obtenus *in vivo* et *in vitro*. Deux échan-

tillons de sérums provenant de chevaux différents, sérums inoculés la veille au Lapin par voie sous-cutanée à la dose de 5 à 10^{cm^3}, protègent l'un et l'autre cette espèce animale contre l'injection faite le lendemain de 100 à 1000 doses mortelles de culture dans la veine, et l'un des deux échantillons de sérum précipite le centrifugat de la culture ainsi que l'extrait chlorhydrique streptococcique préparé suivant la technique de Lancefield [1]; $0^{cm^3},5$ *de chacun de ces* 2 *sérums est neutralisé par* $0^g,001$ *d'antigène*. Quant à 2 *autres échantillons de sérums neutralisables seulement à la dose de* 1^{cm^3} *pour* $0^g,001$ *d'antigène*, l'un deux ne précipite pas l'extrait streptococcique et l'autre provient d'un cheval dont les saignées ont perdu tout pouvoir antiinfectieux sur la septicémie du Lapin.

Il convient de poursuivre l'étude comparée des deux méthodes *in vivo* et *in vitro*, mais dès maintenant cette dernière nous permet de prévoir l'activité des sérums et de suivre le cours de l'immunisation chez les animaux.

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Néoplasie maligne dans l'hémocœle des Éphémères sous l'action de* Symbiocladius rhithrogenæ, *Chironomide ectoparasite*. Note de M. **Radu Codreanu**, présentée par M. Maurice Caullery.

J'expose ici les résultats de l'étude histologique des nymphes d'Éphémères [2], *Rhithrogena semicolorata* et *Heptagenia lateralis*, parasitées extérieurement par la larve d'un Chironome, le *Symbiocladius rhithrogenæ*. Dans l'hémocœle des hôtes, je distingue deux ordres de phénomènes réactionnels, les uns *inflammatoires*, les autres *néoplasiques*, ayant chacun à leur base un type leucocytaire nettement défini.

I. *Inflammation*. — Pour se nourrir, la larve parasite produit sans cesse des plaies microscopiques dans le repli mésothoracique dorsal, situé au-dessous de la base des fourreaux alaires de l'Éphémère. Ces lésions, fraîches ou en voie de cicatrisation, deviennent autant de foyers inflammatoires, par l'agglomération d'un grand nombre de *micronucléaires* (micronucléocytes des auteurs). Ce sont des leucocytes de 8-18 μ, très déformables, à noyau dépourvu de nucléole et petit relativement au cytoplasme, lequel est franchement acidophile. Les micronucléaires sont des éléments différenciés, *incapables de mitose* et doués d'un grand *pouvoir phagocytaire*. Ils repré-

---

(1) *J. Exp. Med.*, 47, 1928, p. 91.

(2) Voir *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1462; **199**, 1934, p. 100.

sentent les *amibocytes* du sang normal, où ils prédominent. La réaction inflammatoire est limitée en général à la *zone de nutrition* du parasite. Dans le reste du corps, elle peut être liée à la dégénérescence partielle du tissu adipeux des muscles ou des ovaires, au cours du processus néoplasique. Lorsque les débris tissulaires sont difficiles à résorber, ou dépassent la capacité phagocytaire d'un amibocyte isolé, il y a formation de *nodules leucocytaires*, par l'agencement périphérique de nombreux micronucléaires.

II. *Néoplasie.* — Les éléments constitutifs de la réaction néoplasique sont les *macronucléaires* (macronucléocytes des auteurs), leucocytes jeunes de 6-9 μ, dont le noyau volumineux renferme un gros nucléole. Arrondis ou fusiformes, ils ont un cytoplasme peu abondant, très basophile et sont susceptibles de division cinétique. Ils existent dans le sang normal, en proportion plus faible que les micronucléaires, qui en dérivent. Le processus néoplasique débute dans les sinus du repli mésothoracique dorsal, au voisinage des lésions inflammatoires dues à la larve parasite au premier stade. On y observe un afflux de macronucléaires fusiformes, qui anastomosent leurs prolongements très effilés et constituent un parenchyme lâche, riche en mitoses. Ainsi naissent plusieurs nappes, cordons et îlots, qui entrent en contact avec l'hypoderme ou le corps gras. La prolifération mitotique se poursuit à la périphérie, au sein même de ces ébauches néoformées et à la surface du tissu adipeux environnant. Il existe des mitoses multipolaires et des noyaux géants. Une véritable *tumeur* s'édifie, dont l'accroissement va de pair avec le développement du parasite jusqu'au quatrième stade. A ce moment, le néoplasme comprend deux masses irrégulièrement lobées, séparées par le vaisseau dorsal et logées dans le repli mésothoracique, transformé en bourrelet distendu. Le tissu tumoral détermine l'atrophie de la musculature alaire sous-jacente; envahissant le corps gras, il descend jusqu'aux troncs trachéens latéraux et s'avance vers les masses musculaires de la deuxième paire de pattes. Alors que la prolifération périphérique continue, les parties centrales du néoplasme se chargent de vacuoles et subissent une différenciation adipeuse, plus prononcée chez les *Heptagenia*, que chez les *Rhithrogena*.

A cette phase *locale*, fait suite une phase de prolifération *généralisée*, coïncidant toujours avec le dernier stade nymphal de l'hôte. Auparavant, entraînés par la circulation, des éléments libres quittent la tumeur mésothoracique et se propagent de proche en proche dans l'hémocœle. Peu après la dernière mue *possible* de l'Éphémère, a lieu une colonisation massive des nappes adipeuses de l'organisme entier par des macronucléaires,

qui présentent de nombreuses mitoses et pullulent dans le sang, devenu très coagulable. La larve parasite s'accroît rapidement et lorsque son corps arqué couvre le quatrième segment abdominal de son hôte, la réaction leucémique est au maximum. Jusqu'à sa nymphose, le Chironome vide l'hémocœle de l'Éphémère de la plupart des leucocytes néoplasiques. Parallèlement, on constate la dégénérescence du tissu adipeux, qui perd sa graisse, les constituants basophiles de son cytoplasme et devient un fin réseau éosinophile, à noyaux réduits. Les macronucléaires non ingérés par le parasite évoluent plus ou moins complètement en micronucléaires, qui se fixent souvent aux restes du corps gras. L'hôte épuisé meurt quelques jours après l'éclosion du parasite.

La *malignité* de ce processus néoplasique résulte aussi du fait que *la réaction généralisée se poursuit en l'absence même du Chironome*, si celui-ci est enlevé au quatrième stade, lorsqu'il ne couvre qu'un ou deux segments abdominaux de son hôte. L'Éphémère meurt, tout en présentant du côté ventral un aspect opalescent nacré, dû à l'agglomération énorme d'éléments néoplasiques dans son hémocoele.

En conclusion, sous l'action du Chironome parasite externe, l'hémocoele des Éphémères est le siège d'un processus néoplasique malin. On y distingue une tumeur locale et un état généralisé, correspondant aux deux potentialités, adipeuse et leucocytaire, que manifestent les cellules proliférantes. Dans cette réaction, irréversible à partir d'un stade donné, le tissu adipeux normal joue le rôle de tissu nourricier. La nutrition et le développement du parasite sont en rapport avec la richesse du sang en leucocytes néoformés. Cette néoplasie maligne des Éphémères est à rapprocher des *sarcomes des tissus hémo-lymphopoïétiques* connus dans la pathologie humaine.

La séance est levée à 15h55m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUILLET 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** adresse ampliation du décret en date du 2 juillet 1935, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Georges Durand-Viel** pour occuper dans la Section de Géographie et Navigation la place vacante par le décès de M. *E. Fournier*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Georges Durand-Viel** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion de la Fête Nationale, la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mardi 16 juillet au lieu du lundi 15.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Paul Stroobant**, Directeur de l'Observatoire d'Uccle, Correspondant de l'Académie, et à M. **Aikïtu Tanakadate**, professeur honoraire de l'Université de Tokio, qui assistent à la séance.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage pondéral et identification, par l'analyse élémentaire, de petites quantités de formol à de fortes dilutions.* Note de MM. **Richard Fosse**, **Paul-Émile Thomas** et **Paul De Graeve**.

Nous avons précédemment établi que 1/10e de milligramme de formol, à la dilution de 10^{mg} par litre, peut être précipité par le naphtol B à l'état de

dinaphtolméthane [1] :

Dans cette Note, nous nous proposons de démontrer qu'il est possible et très facile de doser pondéralement, avec précision, de petites quantités de formol, à de grandes dilutions, sous la forme de dinaphtolméthane ou de SELS DE PYRYLE, identifiables par l'analyse quantitative élémentaire.

Ce résultat est dû à la condensation totale du formol et du naphtol d'après l'égalité

$$\underset{(P.\,M. = 30)}{CH^2O} + 2H.C^{10}H^6.OH = H^2O + \underset{(P.\,M. = 300)}{CH^2\begin{cases} C^{10}H^6.OH \\ C^{10}H^6.OH \end{cases}};$$

à la très faible solubilité du dinaphtolméthane et enfin à son poids moléculaire élevé, dix fois supérieur à celui du formol.

A. ANALYSE QUANTITATIVE GRAVIMÉTRIQUE DU FORMOL. — I. *Dosage pondéral du formol dans des liqueurs de titre compris entre* 30 *et* 200^{mg} *par litre*. — Introduire dans un ballon, pouvant s'adapter par rodage à un réfrigérant ascendant :

Solution de formol, de titre compris entre 30 et 200^{mg}	100$^{cm^3}$
Naphtol B	300^{mg}
HCl concentré	10$^{cm^3}$

Chauffer au reflux et agiter le ballon pour faciliter la dissolution du naphtol. A peine celui-ci a-t-il disparu que la solution se trouble et dépose des cristaux de dinaphtolméthane. Après 15 minutes d'ébullition, refroidir le produit de la réaction vers 50°-60°, l'essorer à la trompe sur filtre taré, lavé aux acides, fixé sur l'entonnoir à surface filtrante concave, utilisé pour recueillir la xanthylurée [2], laver avec de l'eau portée à 50°-60°, sécher à 100°. Le poids de matière ainsi obtenu, divisé par 10, représente la quantité de formol contenue dans le volume de liqueur analysé.

On voit par le tableau ci-après que l'erreur commise, généralement comprise entre 0,1 et 0,9 pour 100, atteint rarement 1,5 pour 100, avec des doses de formol comprises entre 3 et 20^{mg}.

---

(1) RICHARD FOSSE, PAUL DE GRAEVE et PAUL-ÉMILE THOMAS, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1450.

(2) R. FOSSE, *L'Urée*, Paris 1928, p. 33.

Titre théorique CH^2O en mgr. pour 1000^{cm^3}.	Dinaphtolméthane en mgr. pour 100^{cm^3} de liqueur analysée.	Titre trouvé en mgr.	Erreur pour 100.
30	29,6	29,6	−1,3
	29,7	29,7	−1
	29,9	29,9	−0,3
	29,5	29,5	−1,5
39,3	39	39	−0,8
	39,4	39,4	+0,3
78,6	79,5	79,5	+0,9
	78,9	78,9	+0,3
100	99,6	99,6	−0,4
	99,8	99,8	−0,4
	100,5	100,5	+0,5
	100,2	100,2	+0,2
150	151,1	151,1	+0,7
	150,4	150,4	+0,3
	151,4	151,4	+0,9
	149,6	149,6	−0,2
196,5	196,3	196,3	−0,1
	196,2	196,2	−0,15
	196,6	196,6	+0,05
	196,2	196,2	−0,15
	196,3	196,3	−0,1

II. — *Dosage pondéral de 2^{mg} de formol, pris à des liqueurs de titre compris entre 40 et 200^{mg} par litre :*

Titre théor. CH^2O pour 1000^{cm^3}.	Compos. milieu réactionnel. Liq. CH^2O.	HCl conc.	Naphtol.	Dinaphtol-méthane pour 2^{mg} de formol.	Titre trouvé pour 1000^{cm^3}.	Erreur pour 100.
40 mg	50 cm³	5 cm³	150 mg	19,7	39,4 mg	−1,5
				20,1	40,2	+0,5
50	40	4	120	20,1	50,25	+0,5
				20,2	50,50	+1
				20	50	0
				20,2	50,50	+1
100	20	2	60	19,8	99	−1
				19,8	99	−1
200	10	1	30,0	20,3	203	+1,5
				20,1	201	+0,5
				19,8	198	−1
				19,9	199	−0,5

Le dosage pondéral de 2^{mg} *seulement* de formol à des dilutions semblables conduit à une erreur maximum de 1,5 pour 100.

B. Identification par l'analyse élémentaire de petites quantités de formol :

1° *A l'état de dinaphtolméthane*. Le poids de cette substance, formée par *deux milligrammes* seulement de formol suffit largement, même après recristallisation, pour effectuer plusieurs microanalyses.

Préparation du dinaphtolméthane pur à l'analyse. — Agiter avec de la soude diluée le produit brut de condensation du naphtol et de 2^{mg} de formol; la matière disparaît en donnant une solution légèrement louche, devenant parfaitement limpide après plusieurs filtrations. L'acide chlorydrique en précipite des flocons blancs qu'on essore, lave à l'eau chaude et sèche à 100°.

L'analyse lui assigne la formule du dinaphtolméthane. Matière $5^{mg},825$, CO^2 : $17^{mg},860$; H^2O : $2^{mg},818$. Trouvé : C pour 100, 83,6; H pour 100 : 5,41. Calculé pour $C^{21}H^{16}O^2$, C pour 100 : 84; H pour 100 : 5, 33.

Point de fusion-décomposition : 182-184°

La très faible quantité de matière insoluble dans les alcalis, qui accompagne le dinaphtolméthane, est formée par son produit d'anhydrisation, le dinaphtopyrane. En effet, le filtre qui a servi à clarifier la solution alcaline, lavé, exposé aux vapeurs de brome, se recouvre d'un très léger enduit rouge de tribromure de dinaphtopyryle.

2° *A l'état de tribomure de dinaphtopyryle*. — Le dinaphtolméthane doit être transformé en dinaphtopyrane :

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6OH\\C^{10}H^6OH\end{matrix}\right. \rightarrow CH^2\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O + H^2O.$$

Pour réaliser cette réaction, nous employons une nouvelle méthode : l'action de l'acide formique concentré, à l'ébullition au reflux, sur le dinaphtolméthane. Après 30 minutes de chauffage, on isole le dinaphtopyrane par l'action de l'eau et de la soude. Sa solution chloroformique additionnée d'une goutte de brome produit aussitôt un précipité rouge de tribromure de dinaphtopyryle, décrit par l'un de nous (1),

$$CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O.Br^3.$$

---

(1) R. Fosse, *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, 9, 1904, p. 247.

Analyse du corps, formé de cristaux rouges microscopiques, lavé au chloroforme bouillant, séché à 100° : trouvé, Br pour 100 : 45,81 et 45,65. Théorie pour $C^{21}H^{13}OBr^3$, Br pour 100 : 46,06.

3° *A l'état de chlorure double d'or et de dinaphtopyryle.* — Chauffer, 5 minutes, à l'ébullition, le tribromure de dinaphtopyryle et de l'acide chlorhydrique concentré, ajouter de l'eau, refroidir et filtrer. Le tribromure se décompose en brome et monobromure de dinaphtopyryle. Celui-ci se transforme par double décomposition en acide bromhydrique et chlorure de dinaphtopyryle :

$$CH\left\langle\frac{C^{10}H^6}{C^{10}H^6}\right\rangle O.Br + HCl = CH\left\langle\frac{C^{10}H^6}{C^{10}H^6}\right\rangle O.Cl + HBr,$$

d'après une réaction établie par l'un de nous (1).

L'addition à la liqueur de chlorure d'or chlorhydrique en précipite le chlorure double d'or et de dinaphtopyryle, décrit par R. Fosse et L. Lesage (2),

$$CH\left\langle\frac{C^{10}H^6}{C^{10}H^6}\right\rangle O.Cl + AuCl^3.$$

Ce précipité, rouge minium, très peu soluble, lavé à l'eau chlorhydrique, au benzène bouillant et séché à 100°, a donné les résultats suivants à l'analyse : Matière : $4^{mg},598$; Au : $1^{mg},463$; d'où trouvé : Au pour 100, 31,82. Théorie : Au pour 100, 31,77.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *L'insolubilité des lames minces d'albumine.* Note de M. **Henri Devaux**.

J'ai découvert en 1903 que l'albumine s'étend sur l'eau en donnant une lame très mince douée de la rigidité d'un solide. Une lame semblable se produit toujours spontanément à la surface libre d'une solution d'albumine, et j'ai montré récemment (3) que l'albumine vient ainsi se concentrer à la surface, en abandonnant l'eau, même si la solution est diluée à 10^{-8} : elle est donc remarquablement insolubilisée.

---

(1) *Bull. Soc. chim. France*, 4e série, 5, 1909, p. 790.
(2) *Comptes rendus*, **140**, 1905, p. 1402.
(3) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1560.

Mais on pourrait penser que, si l'on diminue la surface occupée par le voile, le rétrécissement forcera une partie de l'albumine à repasser en solution dans l'eau, comme ceci a lieu pour d'autres substances adsorbées sur une surface liquide.

Pour vérifier s'il en est ainsi j'ai rétréci le voile, au moyen d'une barrière mobile, à la moitié de son étendue, et l'ai laissé un certain temps ainsi comprimé. L'ayant ensuite réélargi j'ai constaté qu'il reprenait exactement sa dimension première : aucune trace d'albumine n'était donc passée dans la solution sous le voile comprimé. Il en est de même avec des contractions plus fortes. Jusqu'à une réduction à 1/5 la lame se montre remarquablement élastique mais ne se dissout pas. Au delà elle subit des plissements, par exemple pour une réduction à 1/12, mais ne se dissout pas davantage non plus que pour des réductions plus fortes encore.

A la fin j'ai réussi à réaliser le rassemblement total de l'albumine en un ensemble ayant l'apparence d'un fil, constitué par des plissements alternés très fins et très rapprochés. Dans une expérience ce fil a été retiré complètement du contact avec l'eau et desséché. Il provenait d'une lame monomoléculaire d'albumine de 50^{cm} de long et de 20^{cm} de large. Mesuré au microscope il avait 26^{μ} de diamètre moyen, c'est-à-dire sensiblement ce que le calcul indique pour former un cylindre par condensation d'une lame de 50^{cm} de long et de $1^{m\mu}$ d'épaisseur. Toute l'albumine de la lame mince se trouvait donc rassemblée dans le fil, il n'en était rien passé en solution dans l'eau pendant la phase de rassemblement : l'insolubilité de l'albumine en lame superficielle reste absolue même par une compression au maximum.

Il devenait dès lors intéressant d'examiner le comportement du fil d'albumine ainsi isolé du contact avec l'eau et complètement desséché. J'ai mis ce fil à flotter sur une surface d'eau neuve garnie d'un peu de talc : aucune trace d'extension ne s'est produite, l'insolubilité de l'albumine réduite en fil est absolue.

Ce n'est pas la dessiccation qui a causé cette insolubilité, car si l'on trempe de minces lanières de papier ou des bouts de fil de coton dans une solution d'albumine, et qu'on les laisse se déssécher, ces objets, dès qu'on les met en contact avec la surface de l'eau, produisent une extension immédiate et puissante, démontrant qu'alors l'albumine attire l'eau, se dissout et s'étend immédiatement.

La vraie cause de l'insolubilisation est due à l'arrangement des molécules d'albumine lors de la formation de la lame superficielle.

Pendant cet arrangement les pôles fortement attirés par l'eau ont été orientés vers l'intérieur et les pôles faiblement attirés vers l'extérieur, de sorte qu'un état plus stable s'est trouvé réalisé. C'est pourquoi l'albumine dissoute abandonne l'eau même si elle est est en solution très diluée. Mais il est remarquable que cet arrangement persiste lors d'un rassemblement artificiel de la lame en un fil.

On peut dès lors se demander quelle est la nature de l'agrégat obtenu? Est-ce un agrégat purement physique ou bien une vraie combinaison, un *polymère* de l'albumine?

Il est certain, en tous cas, qu'une certaine saturation des affinités se trouve ici réalisée, par des moyens simples, de sorte que l'idée de guider nous-même les affinités des molécules, en les orientant d'abord puis en les rapprochant, à la manière d'un *démon de Maxwell*, pourrait n'être pas une utopie irréalisable. Car nous réalisons dès maintenant des lames monomoléculaires solides, qui sont en quelque sorte d'immenses molécules plates, n'ayant sur chaque face qu'un seul type d'affinité. Et l'expérience actuelle, sur l'albumine, prouve qu'on peut plisser et ramasser ces lames en masses isolées de tout contact avec l'eau et qu'alors les affinités de même ordre s'y saturent réciproquement puisque l'eau ne peut plus dissocier les liaisons réalisées.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *L'anomalie magnétique du Tsiafajavona.* Note de MM. **H. Gruyelle** et **Charles Poisson.**

Nous avons signalé (¹) que certaines anomalies du massif cristallin de Madagascar présentaient le caractère d'accidents strictement locaux, dépendant directement de la nature des roches superficielles. Il nous a paru intéressant de vérifier dans quelle mesure ce caractère se retrouvait dans les roches volcaniques, notamment dans les laves lourdes dont la teneur en magnétite est relativement élevée.

Notre choix s'est porté sur le sommet du Tsiafajavona, point culminant (2639^{m}) du massif volcanique de l'Ankaratra, à 58^{km} en ligne droite au sud-ouest de Tananarive.

(¹) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 11.

E. Colin avait effectué le 18 septembre 1901 une station sur ce sommet, à 4^m au nord du signal géodésique de premier ordre qui a été soigneusement conservé; la roche est une ankaratrite néphélinique; les observations avaient donné : déclinaison, 3°15′8 Est; inclinaison 47°45′. L'anomalie est nette, puisque le champ normal eût comporté 10° Ouest pour la déclinaison, et 54° pour l'inclinaison; par contre cette anomalie paraît bien faible si on la compare aux valeurs observées sur une roche identique au sommet beaucoup plus bas du Rantoandro (1564^m). Sur le Rantoandro en effet, le 12 octobre 1904, E. Colin avait observé une déclinaison de 94°20′1 Est, une composante horizontale de 0,16076, une inclinaison de 78°35′42″.

L'un de nous (H. G.) ayant eu l'occasion de passer au sommet du Tsiafajavona les deux journées des 14 et 15 mai dernier par un temps exceptionnellement clair et calme, nous décidâmes que les opérations comporteraient en premier lieu une répétition aussi précise que possible de la station de E. Colin, et qu'ensuite les éléments magnétiques seraient mesurés en quelques autres points du sommet ou de ses environs immédiats; enfin l'itinéraire passant par Ambatolampy, on devait en ce lieu réoccuper également une ancienne station d'E. Colin.

Comme nous l'avions supposé, les observations ont montré que les éléments magnétiques varient très rapidement au sommet du Tsiafajavona, et qu'il existe sur ce sommet un foyer perturbateur important.

Afin d'éliminer les chances d'erreur, les azimuts ont été déterminés par plusieurs méthodes différentes : astronomiquement par l'heure et par la distance zénitale du Soleil; géodésiquement par des repères nets et bien connus, de plus les calculs ont été faits séparément par chacun de nous.

Les instruments étaient le théodolite et la boussole Chasselon. Première station du 14 mai 1935 de 10^h à 11^h pour la déclinaison et la composante horizontale, de 13^h à 13^h30^m pour l'inclinaison. Réoccupation de la station de 1901, à $3^m,60$ au nord du pied de la pyramide de base du signal géodésique.

Déclinaison 2°,49′,7 Ouest; composante H = 0,27399; inclinaison 52°,52′.

Ces résultats diffèrent de ceux d'E. Colin : un très léger écart dans l'emplacement, dont la position n'était marquée sur le sol par aucun repère, suffit à rendre compte des différences.

Deuxième station du 14 mai 1935 de 15^h à 16^h.
Emplacement à $8^m,70$ au nord-est du signal, à $7^m,60$ de la station précédente.
Déclinaison 103°,23′,7 Ouest; composante H = 0,05443; inclinaison 80°,14′.

L'observateur note qu'il a éprouvé une réelle difficulté à amortir les oscillations du barreau aimanté pour les mesures de la déclinaison et de la composante horizontale. Il y a donc au voisinage de cette deuxième station un foyer perturbateur puissant. Ce foyer est matérialisé dans un rocher situé à un mètre environ au nord-est de la station, rocher présentant à son sommet un pôle Nord. Un fragment détaché avec peine de cette roche très compacte, a été rapporté à l'Observatoire après avoir noté et inscrit sur cet échantillon les orientations. La présence d'un pôle Nord au sommet est effectivement nette.

Troisième station le 15 mai 1935 de 10^h à 11^h30.

Emplacement à $11^m,90$ au sud-ouest du signal géodésique et près du bord ouest de la plate-forme du sommet.

Déclinaison $27^\circ 1',8$ Est; composante $H = 0,27643$; inclinaison $58^\circ 57'$. Quatrième station le 15 mai 1935 de 13 à 14^h.

Emplacement à $23^m,50$ dans le sud-ouest du signal.

En cette station on s'est contenté d'une seule aimantation de l'aiguille d'inclinaison et d'une seule série d'oscillations du barreau pour la composante horizontale, afin de gagner le temps nécessaire à une cinquième station.

Déclinaison $35^\circ 20',6$ Ouest; composante $H = 0,16426$; inclinaison $64^\circ 25'$. Cinquième station de 14^h30 à 15^h30 le 15 mai.

Emplacement à 255^m suivant la pente dans le sud-ouest du signal, dans le col qui joint le sommet du Tsiafajavona au sommet le plus voisin au Sud-Ouest.

Mesures faites un peu rapidement, pied de l'instrument moins stable par suite de la présence de nombreuses racines d'herbes rendant le sol élastique. Les pointés de Soleil (six séries) calculés encore par l'heure et par la distance zénitale, un peu moins précis que dans les stations précédentes, donnent pour les valeurs extrêmes de l'azimut un écart de 5', qui nous semble très acceptable dans ces circonstances.

Déclinaison $6^\circ 20'$ Ouest; composante $H = 0,21684$; inclinaison $53^\circ 56'$.

On remarquera que dans cette dernière station, faite en dehors du sommet, les valeurs des éléments magnétiques se rapprochent fort de la normale; en particulier la composante horizontale et l'inclinaison ne montrent plus d'indice d'anomalie, et la déclinaison elle-même, quelque peu incertaine dans un col, s'écarte de 2° de la déclinaison admise à cette époque pour le pilier de l'Observatoire ($8^\circ 25'$).

Ces observations montrent bien que les variations sont extrêmement

rapides sur ce sommet volcanique, et que les observations faites en une seule station ne sauraient suffire à caractériser les anomalies locales.

D'ailleurs nos quatre stations n'y suffisant pas entièrement; un calcul sommaire du champ perturbateur donne pour les trois premières stations des vecteurs grossièrement concordants, et une intensité totale ne dépassant pas les 7/10e du champ terrestre.

Mais la quatrième station paraît affectée par un autre foyer. Une simple boussole déplacée lentement sur le sommet y subit des écarts nombreux, dont quelques-uns très brusques. Il semble donc que les roches du Tsiafajavona contiennent plusieurs foyers perturbateurs différents.

L'anomalie constatée par E. Colin au sommet du Rantoandro reste supérieure à celle du Tsiafajavona, exigeant un champ perturbateur notablement supérieur au champ terrestre. Il serait donc intéressant de recommencer au Rantoandro les expériences que nous venons de rapporter.

M. **Édouard Imbeaux** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé *Qualités de l'eau et moyens de correction.*

CORRESPONDANCE.

ALGÈBRE. — *Sur la théorie de la ramification des idéaux.* Note (¹) de M. **Marc Krasner**, présentée par M. Jacques Hadamard.

J'ai généralisé (²) aux corps quelconques de nombres algébriques les notions de groupes attachés à des idéaux premiers des corps de Galois relatifs introduits par M. Hilbert, et exposé les résultats de cette théorie applicables à tous les corps de nombres algébriques. Ici je me propose d'exposer les résultats nouveaux concernant les corps particuliers, dont certains ont été obtenus par l'application des résultats généraux exposés dans la Note citée, mais d'autres, marqués du signe*, par méthodes différentes. Je conserve entièrement les notations de la Note citée :

(¹) Séance du 24 juin 1935.

(²) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1813-1815.

1° *Corps de Galois relatifs.* — Soient K un corps de Galois par rapport à χ; σ un automorphisme de K appartenant à V; v le nombre caractéristique de σ; $\bar{v}$ le nombre caractéristique de σ^p ou $E + v$ suivant que $\sigma^p \neq$ ou $= 1$, $e_0 = E/e$, K(P) le corps P-adique de K.

Définition 1. — Si σ est dans $\overset{(k)}{V}$, mais non dans $\overset{(k+1)}{V}$, σ sera dit de niveau k[Not. : $\nu(\sigma) = k$]; on posera $\nu(1) = \infty$.

Théorème I*. — *Si* $\sigma\pi - \pi \equiv \alpha_v \pi^{v+1} (\mathrm{mod}\, P^{v+2})$ *où* $v \not\equiv 0 (\mathrm{mod}\, p)$, *il existe dans* K *un* $\pi_0 \equiv \pi (\mathrm{mod}\, P^2)$, *tel que* $\sigma\pi_0 - \pi_0(1 + v\alpha_v \pi_0)^{-1/v}$ *est d'ordre* $\bar{v} - (p-1)v$ *en* P *dans* K(P).

Théorème II*. — *Si* $\sigma^p \neq 1$ *et* $\nu(\sigma^p) = k'$, $\nu(\sigma^{p^2}) = k''$, *ou bien* $\bar{v} \geqq (p^3 + 1)v/p + 1$, *ou bien* $k'' - k' = 1$, $l_{k'} = l_{k''} = 1$ *et* $\bar{v} = v + e_0 d_{k'}$.

Théorème III*. — *Si* V *est cyclique* $(p \neq 2)$, *alors* $\varphi_k - \varphi_{k-1} = E$ *si* $k > \log(e_0 p/p - 1)/\log(p^3 + 1/p^2 + p)$; *si* $p = 2$, $\varphi_k - \varphi_{k-1} = E$, *si* $k > [\log(2e_0)/\log(3/2)] + 2$.

2° *Corps Hassiens relatifs.*

Définition 2. — K (galoisien ou non) s'appellera *Hassien* par rapport à χ (pour P), si pour $k = 1, \ldots, n$ les v_k sont entiers et $v_k \equiv v_{k-1} (\mathrm{mod}\, d_{k-1})$. K s'appellera *semi-Hassien* (¹) si pour $k = 1, \ldots, n$, $v_k \equiv v_{k-1} (\mathrm{mod}\, d_{k-1}/d_0)$.

Théorème IV. — *Si* K *est Hassien* (¹) (*respectivement semi-Hassien*) (¹) *tout sous-corps* $\bar{K}$ *de* K *sur* χ *l'est aussi.*

Théorème V. — *Si* K *admet un sous-corps* $\bar{K}$ *Hassien* (¹) (*respectivement semi-Hassien*) (¹) *tel que pour tout* $k = 0, 1, \ldots, n-1$, $\rho_k < r_k$, K *est aussi Hassien* (¹) (*respectivement semi-Hassien*) (¹).

M. Masao Suguwara (²) et M. Helmut Hasse (³) ont démontré en se servant de la théorie des corps de classes.

Théorème de Suguwara. — *Si* K *est de Galois* (¹) *et* V *est cyclique*, K *est semi-Hassien* (¹).

Théorème de Hasse. — *Si* K *est de Galois* (¹) *et* T *est abélien*, K *est Hassien.*

Suivant une idée de Herbrand (⁴) j'ai déduit sans l'aide de la théorie des corps de classes, le théorème de Hasse à partir de celui de Suguwara. De

---

(¹) Par rapport à χ.

(²) *Proc. of Imp. Acad.*, Tokyo, 2, 1926, p. 366-367.

(³) *Journ. f. d. reine u. ang. Math.*, 162, 1930, p. 169-184.

(⁴) *Journ. de Math. pures et appliquées*, 96, 1931, p. 481-498.

plus, à partir du théorème de Hasse, on trouve (par application des théorèmes V et IV).

Théorème VI. — *Si* K *est un corps de Galois* [1] *tel que le groupe* T_c (*respectivement* V_c) *des commutateurs de* T (*respectivement* de V) *a tous ses* $\rho_k < r_k$, *ou si* K *est un sous-corps sur* χ *d'un tel corps*, K *est Hassien* [1] (*respectivement semi-Hassien* [1]).

3° *Corps Hassiens absolus. Corps Abéliens relatifs. Rang de* V.

Définition 3. — Un corps K Hassien par rapport à χ sera dit Hassien absolu si $e_0 = 1$.

Définition 4. — *Le rang* R(A) d'un groupe A est le plus petit nombre de groupes cycliques dont le dérivé est A.

Définition 5. — Si A est un groupe abélien d'ordre p^α, *l'ordre en p* $\omega(\sigma)$ d'un élément σ de A c'est le plus grand entier q tel qu'il existe un σ_1 dans A, $\sigma = \sigma_1^{p^q}$. On pose $\omega(1) = \infty$.

Notation. — L'ordre et le degré absolus de P seront notés E et F, ceux de Π (Π-idéal premier de χ, P/Π) — $e_0 = E/e$ et $f_0 = F/f$; si A est un groupe, A_c désignera le groupe de ses commutateurs, $A^{(\mu)}$-groupe dérivé des puissances $\mu^{\text{ièmes}}$ des éléments de A; le dérivé de deux groupes A et B sera noté (A, B).

Théorème VII. — *Soit que* K *est Hassien absolu; alors* : (*a*) *si* $p \neq 2$ *ou* $p = 2$, $2 \nmid \nu_k$, $\nu_k = \sum_{q=0}^{k-1} d_q$; *si* $p = 2$, $2 \mid \nu_k$, $\nu_k = d_k = 2^k d_0$; (*b*) *si* $p \neq 2$ *ou* $p = 2$, *mais* $q > 0$, *tout sous-corps* $\overline{K}$ *de* K *tel que* $\rho_q = r_q$ *a aussi* $\rho_k = r_k$ *pour tout* k, $q \leqq k \leqq n - 1$; (*c*) *si* K *est, de plus, de Galois par rapport à* χ, *sauf si* $p = 2$, $2 \nmid \nu_k$, $k = 0$, $R(\overset{(k)}{V}) = l_k$ *et* $(\overset{(k)}{V}_c, \overset{(k)}{V}{}^{(p)}) = \overset{(k+1)}{V}$; *si* $p = 2$, $2 \nmid \nu_k$, $R(V) = l_0$ *ou* $l_0 + 1$.

Théorème VIII. — *Si* K *est abélien par rapport à* χ *tel que* $e_0 = 1$: (*a*) *sauf si* $p = 2$, $2 \nmid \nu_k$, $\overset{(k)}{V}{}^{(p)} = \overset{(k+1)}{V}$ (*si* $k \neq 0$ *cela est toujours vrai*), $\nu(\sigma) = \omega(\sigma)$ *et* $f_0 \geqq l_0 \geqq l_1 \geqq \ldots \geqq l_{n-1}$; (*b*) *si* $p = 2$, $2 \nmid \nu_k$, $\nu(\sigma) = \omega(\sigma)$ *ou* $\omega(\sigma) + 1$ *et* $f_0 + 1 \geqq R(V) \geqq l_1 \geqq l_2 \geqq \ldots \geqq l_{n-1}$, $f_0 \geqq l_0$, $f_0 \geqq l_1$.

Théorème IX*. — *Si* $\chi(\Pi)$ *est un corps* Π-*adique tel que* $e_0 = 1$, *il existe un* K(P) *abélien par rapport à* $\chi(\Pi)$ *tel que* : (*a*) *si* $p \neq 2$, $R(V) = f_0$ *et* f_0 *invariants de* V *sont aussi grands que l'on veut*; (*b*) *si* $p = 2$, $K(V) = f_0 + 1$, f_0 *invariants sont aussi grands que l'on veut*, $(f_0 + 1)^{\text{ième}}$ *est égal à* 2.

---

(1) Par rapport à χ.

THÉORÈME X. — (*a*) *si* K *est de Galois par rapport à* χ, $R(V) \leqq e_0 h F$ *ou* $e_0 h F + 1$ *suivant que* K(P) *ne contient pas ou contient la racine* $p^{\text{ième}}$ *primitive d'unité;* (*b*) *si, de plus, tous les* $v_k \equiv 0 \pmod{d'}$ $(p \nmid d')$, $R(V) \leqq e_0 h F / d'$ *ou* $(e_0 h F / d') + 1$ *respectivement* (*c*) *si* K *est, de plus, s-Hassien par rapport à* χ, $(V_c, V^{(p)}) \supset \overset{[(e_0 h F/d')]}{V}$ *ou* $\overset{[(e_0 h F/d')+1]}{V}$ *respectivement;* (*d*) *si* K *est abélien par rapport à* χ; *respectivement* $e_0 f_0$ *ou* $e_0 f_0 + 1 \geqq R(V) \geqq R\left(\overset{(1)}{V}\right) \geqq \ldots \geqq R\left(\overset{(k+1)}{V}\right)$.

THÉORIE DES GROUPES. — *Sur le nombre de générateurs d'un groupe semi-simple.* Note de MM. **H. Auerbach** et **S. Ulam**, présentée par M. Élie Cartan.

On sait que tout groupe topologique compact et connexe admet deux générateurs, c'est-à-dire deux éléments constituant un sous-groupe dénombrable partout dense ([1]). Dans cette Note nous nous proposons d'établir un théorème analogue, valable pour tout groupe semi-simple de Lie.

Nous commençons par le

THÉORÈME I. — *Soit* $\mathcal{G}$ *un groupe infinitésimal semi-simple réel ou complexe d'ordre r. Dans la suite de crochets obtenue en partant de deux éléments déterminés du groupe* $\mathcal{G}$ *il existe en général r éléments indépendants.*

Ce théorème fut démontré dans le cas complexe par M[lle] Junge ([2]), ensuite M. Cartan en a donné une démonstration très simple, non publiée.

Démonstration. Désignons par a un élément général du groupe $\mathcal{G}$. Soient γ le groupe abélien formé par les éléments échangeables avec a, e_α les éléments appartenant aux racines caractéristiques $\neq 0$ de la matrice infinitésimale du groupe adjoint correspondant à l'élément a et p le nombre de ces racines. Si le groupe est réel on peut supposer que les éléments e_α sont conjugués deux à deux en même temps que les racines α.

Posons

$$e = a_0 + \Sigma c_\alpha e_\alpha,$$

a_0 étant un élément du groupe γ et les c_α des nombres complexes différents de zéro, dans le cas réel conjugués deux à deux en même temps que les racines α.

([1]) J. SCHREIER et S. ULAM, *Fund. Math.*, 24, 1935, p. 302-304.

([2]) M. E. JUNGE, *Leipz. Ber.*, 78, 1926, p. 399-444.

Les éléments

(1) $e_1 = [a\,e] = \Sigma a c_\alpha e_\alpha, e_2 = [a e_1] = \Sigma \alpha^2 c_\alpha e_\alpha, \ldots, e_p = [a e_{p-1}] = \Sigma \alpha^p c_\alpha e_\alpha,$

sont indépendants (et réels dans le cas réel). Ils forment, avec ceux d'une base du groupe γ, une base du groupe $\mathcal{G}$. Si a' est un élément quelconque du groupe γ, les crochets $[a' e_k]$ s'expriment linéairement par les éléments (1). Par conséquent, pour former le groupe dérivé de $\mathcal{G}$, il suffit d'employer les éléments (1) ou, à plus forte raison, les éléments a, e. Le groupe $\mathcal{G}$ étant son propre groupe dérivé, il s'ensuit que ces deux éléments possèdent la propriété en question. Il résulte aisément de leur définition que les couples d'éléments pour lesquels cela n'est pas le cas sont exceptionnels.

Théorème II. — *Soit $\mathcal{G}$ un groupe de Lie, réel ou complexe, connexe et semi-simple. Dans tout voisinage de l'élément unité il existe quatre éléments constituant un sous-groupe dénombrable partout dense.*

Démonstration. — Supposons d'abord que le groupe soit réel. Soient U, V deux transformations infinitésimales de $\mathcal{G}$ jouissant de la propriété formulée dans le théorème I. Elles engendrent deux sous-groupes à un paramètre e^{tU}, e^{tV} dont chacun admet deux générateurs dans le voisinage donné de l'élément unité [1]. Soit Γ le plus petit groupe fermé dans $\mathcal{G}$ contenant ces quatre éléments. En vertu d'un théorème de M. Cartan [2], Γ est un groupe réel de Lie. Comme il admet les transformations infinitésimales U, V, son groupe infinitésimal coïncide avec celui de $\mathcal{G}$.

Supposons maintenant que le groupe soit complexe. D'après un théorème de M. Cartan [3] il contient un sous-groupe réel semi-simple unitaire $\mathcal{G}_1$ du même ordre. Désignons par $U_1, \ldots, U_r$ une base du groupe $\mathcal{G}_1$ et par U, V deux transformations infinitésimales choisies dans ce sous-groupe comme précédemment. Dans le voisinage donné de l'élément unité il existe trois générateurs [1] du sous-groupe complexe e^{zU} et un générateur [4] du sous-groupe réel e^{tV}. Soit Γ le plus petit sous-groupe fermé dans $\mathcal{G}$ contenant ces

---

(1) On peut choisir deux nombres réels α, β ou trois nombres complexes α, β, γ aussi petits qu'on le veut de manière que la suite $\{m\alpha + n\beta\}$ ou $\{m\alpha + n\beta + p\gamma\}$, m, n, p désignant des entiers arbitraires, soit partout dense sur la droite réelle ou complexe.

(2) E. Cartan, *Mém. Sc. Math.*, **42**, 1930, p. 24.

(3) E. Cartan, *Ann. Éc. Norm.*, **31**, 1914, p. 263-355. Voir aussi H. Weyl, *Math. Zeitschr.*, **24**, 1926, p. 371-375.

(4) En vertu du fait que le groupe $\mathcal{G}_1$ est clos (H. Weyl, *loc. cit.*, p. 380-381).

quatre éléments. On peut considérer le groupe $\mathcal{G}$ comme un groupe réel de Lie d'ordre $2r$; par conséquent Γ est aussi un groupe réel de Lie. Il admet évidemment les transformations infinitésimales U, iU, V.

Dans la suite des crochets formés à l'aide de U, V il existe par hypothèse r transformations infinitésimales indépendantes. Si l'on écrit, dans chacun de ces r crochets, une fois iU au lieu de U, on obtiendra les mêmes éléments multipliés par i. Il en résulte que le groupe Γ admet les transformations infinitésimales $U_1, \ldots, U_r$; $iU_1, \ldots, iU_r$, qui forment une base réelle du groupe $\mathcal{G}$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions harmoniques positives.* Note de M. **Paul Montel.**

1. On sait que les fonctions harmoniques et positives dans un domaine forment une famille normale dans l'intérieur de ce domaine. On en déduit des théorèmes semblables à ceux de M. Landau, M. Schottky, etc. Je me propose de donner quelques résultats numériques dans le cas où le domaine est une sphère, ou une hypersphère, dont le centre est pris comme origine des coordonnées.

Je me placerai dans le cas de trois variables; les conclusions s'étendent aisément aux fonctions harmoniques d'un nombre arbitraire de variables.

2. *Soit* $U(x, y, z)$ *une fonction harmonique et positive dans la sphère unité, prenant au centre la valeur* a_0. *Dans toute sphère concentrique et de rayon* θ *inférieur à l'unité, on a les inégalités*

$$a_0 \frac{1-\theta}{(1+\theta)^2} \leqq U \leqq a_0 \frac{1+\theta}{(1-\theta)^2}.$$

Les limites sont atteintes pour la fonction

$$U_3 = a_0 \frac{1-x^2-y^2-z^2}{[(x-1)^2+y^2+z^2]^{3/2}}.$$

La fonction U_3 est positive dans la sphère et nulle à la surface sauf au point A(1, 0, 0) où elle devient infinie. Elle peut s'écrire

$$U_3 = a_0 \frac{1-\rho^2}{r^3} = a_0 \left[-\frac{1}{r} + 2 \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x} \right],$$

en désignant par ρ la distance du point $P(x, y, z)$ à l'origine et par r la distance PA. On peut d'ailleurs remplacer A par tout autre point de la surface de la sphère.

3. Dans le cas de p variables, on a les inégalités

$$a_0 \frac{1-\theta}{(1+\theta)^{p-1}} \leqq \mathrm{U} \leqq a_0 \frac{1+\theta}{(1-\theta)^{p-1}},$$

les limites étant atteintes pour la fonction

$$\mathrm{U}_p = a_0 \frac{1-\rho^2}{r^p} = a_0\left[-\frac{1}{r^{p-2}} + 2\frac{\partial\left(\frac{1}{r^{p-2}}\right)}{\partial x}\right].$$

Si $p=1$, le résultat est évident géométriquement. Pour $p=2$, la fonction U_2 peut s'écrire

$$\mathrm{U}_2 = a_0 \frac{1-\rho^2}{r^2} = a_0 \mathcal{R}\left(\frac{1+\zeta}{1-\zeta}\right),$$

ζ désignant la variable complexe $x+iy$. Dans ce cas, le problème se ramène à l'étude des fonctions holomorphes à partie réelle positive.

4. *Soit* $\mathrm{U}(x, y, z)$ *une fonction harmonique autour de* O :

$$\mathrm{U}(x, y, z) = a_0 + a_1 x + b_1 y + c_1 z + \ldots,$$

a et $a_1 \neq 0$ *étant donnés, la fonction change de signe dans toute sphère de centre* O *et de rayon supérieur à* $3|a_0/a_1|$. *La limite est atteinte pour la fonction*

$$\mathrm{U}_3\left(\frac{a_1 x}{3a_0}, \frac{a_1 y}{3a_0}, \frac{a_1 z}{3a_0}\right) = a_0 + a_1 x + \ldots.$$

Au lieu de a_1, on peut fixer la longueur g du gradient à l'origine. Le rayon maximum est alors $3|a_0/g|$ et la fonction limite se déduit de la précédente par le changement de a_1 en g. Pour une fonction de p variables, le rayon de l'hypersphère maximum est $p|a_0/a_1|$ ou $p|a_0|/g$, et la limite est atteinte pour une fonction qui se déduit aisément de U_p.

5. Si l'on fixe, au lieu de a_1, le coefficient $a_n \neq 0$ de x^n, on obtient des résultats différents suivant la parité de n. Supposons $a_0 > 0$.

Si n est impair, le rayon maximum R_n *de la sphère dans laquelle* U *est positive est*

$$\mathrm{R}_n = \sqrt[n]{\frac{(2n+1)a_0}{|a_n|}},$$

et la limite est atteinte pour la fonction

$$U_3\left(\pm \frac{x}{R_n}, \pm \frac{y}{R_n}, \pm \frac{z}{R_n}\right),$$

le signe étant celui de a_n.

Si n est pair, la limite est la même lorsque a_n *est positif. Lorsque* $a_n < 0$, *la limite est*

$$R_n = \sqrt[n]{\frac{(2n+1)\,a_0\mu_n}{a_n}},$$

μ_n *désignant le minimum du polynome de Legendre de degré n. La limite est atteinte pour une fonction qui se déduit de* U_3 *par rotation des axes.*

On obtient des résultats de même nature en fixant, au lieu de a_n, un autre coefficient.

6. *Les fonctions harmoniques* U *prenant, en deux points* O *et* O′, *les valeurs positives* a_0 *et* b_0, *avec* $a_0 < b_0$, *changent de signe dans toute sphère de centre* O *et de rayon supérieur à*

$$\frac{a_0 + 2b_0 + \sqrt{(a_0 + 8b_0)a_0}}{2(b_0 - a_0)} \times OO'.$$

Cette limite est exacte. Si OO′ tend vers zéro, on retrouve la limite $3a_0/a_1$.

7. Lorsqu'une suite de fonctions holomorphes converge uniformément autour d'un point O en lequel la limite est a, toutes les fonctions de la suite, à partir d'un certain rang, prennent la valeur a dans le voisinage de O.

Les résultats du paragraphe 2 permettent d'étendre ce théorème aux fonctions harmoniques :

Si une suite de fonctions harmoniques U_n *converge uniformément autour d'un point* O *en lequel la valeur limite est* a, *toutes les surfaces* $U_n = a$ *coupent, pour n assez grand, toute sphère de centre* O *et de rayon arbitrairement petit.*

On suppose que la fonction limite ne soit pas une constante.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions holotopes.* Note (¹) de M. **Octave Onicescu**, présentée par M. Émile Borel.

Une fonction holotope du point (x, y) est constituée par un système de deux fonctions

$$X = P(x, y), \qquad Y = Q(x, y)$$

analytiques dans un domaine δ, si le jacobien

$$D = \frac{D(P, Q)}{D(x, y)}$$

est positif dans chaque domaine δ' *intérieur* à δ, sauf pour un nombre *fini* de points où il est nul.

Comme on le voit, les fonctions holomorphes constituent un groupe particulier de fonctions holotopes.

Une définition identique sera donnée pour l'espace à trois dimensions; on a ainsi une fonction qui conserve dans l'espace ce qui est essentiel des propriétés topologiques de la fonction holomorphe.

Voici quelques nouvelles propriétés élémentaires des fonctions holotopes :

1° Quel que soit le point m on peut toujours trouver un cercle δ_m assez petit, ayant ce point pour centre, tel que, par la transformation (1), on obtienne un domaine Δ_M qui a à son intérieur le point M.

Il en résulte immédiatement que *le domaine* d'un seul tenant Δ formé par les points (X, Y) qui correspondent par (1) au domaine δ est *ouvert*.

2° Le nombre de points x, y où l'on a $X = A$, $Y = B$ est fini dans chaque domaine δ' intérieur à δ.

3° Tous les points accessibles de la frontière de Δ sont *asymptotiques* pour la correspondance définie par la fonction holotope.

4° *Fonction holotope polynomiale. Théorème de D'Alembert.* — Si P et Q sont des polynomes, à chaque point X, Y correspondent ρ points (x_i, y_i), ρ étant entier, fini et différent de zéro.

5° Une fonction holotope peut déterminer une correspondance de valence finie entre les deux plans sans être polynomiale, comme l'exemple

---

(¹) Séance du 12 juin 1935.

suivant le démontre :

$$X = x + y,$$
$$Y = e^{x+y} + x^2 y + x y^2 + \frac{2}{3} y^3,$$
$$D = x^2 + y^2.$$

MÉCANIQUE. — *Stabilité permanente et l'hypothèse ergodique.* Note de M. B. DE KERÉKJÁRTÓ, présentée par M. Élie Cartan.

Considérons un système dynamique conservatif à deux degrés de liberté dont les états forment une variété close. Les solutions correspondant à une valeur fixe de l'énergie peuvent être regardées comme des trajectoires dont l'ensemble remplit une variété close à trois dimensions. Une solution (périodique ou non) sera dite posséder la *stabilité permanente* (1) si la condition suivante se trouve vérifiée : en changeant très peu les valeurs initiales de la solution donnée (correspondant à la valeur $t = 0$ du temps), on obtient des solutions qui restent infiniment voisines de la solution primitive pour toute valeur de t ($t > 0$ et $t < 0$).

Construisons d'après Poincaré une surface de section S et considérons la transformation T de S en elle-même engendrée par des intersections consécutives avec les trajectoires. Cette transformation topologique de la surface S en elle-même est *régulière* ou *singulière* (2) au point P de S suivant que la trajectoire passant par P vérifie ou non la condition de stabilité permanente.

Les théorèmes que j'ai établis sur les transformations régulières des surfaces en elles-mêmes (2) peuvent être appliqués immédiatement à des systèmes dynamiques dont les solutions vérifient la condition de stabilité permanente. De cette façon, on obtient, par exemple, le théorème suivant :

Si un système dynamique conservatif à deux degrés de liberté dont toutes les solutions vérifient la condition de stabilité permanente admet une surface de section de genre $p > 1$, toutes les solutions sont périodiques.

Supposons encore que le système admette une surface de section de genre $p > 1$. Nous allons montrer que l'existence d'une seule solution qui

---

(1) G. D. BIRKHOFF, *Amer. Math. Soc. Colloquium Publ.*, New-York, 9, 1927, p. 121.

(2) B. DE KERÉKJÁRTÓ, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 317.

possède la stabilité permanente exclut l'ergodicité du système. Pour ce but, nous montrerons qu'une transformation T de la surface de section S (de genre $p > 1$) en elle-même ne peut pas satisfaire à la condition de *transitivité métrique* [1], pourvu que la transformation admette un point régulier au moins.

Je vais indiquer la marche de la démonstration. J'appelle une transformation T *asymptotiquement périodique* s'il existe des puissances de T qui diffèrent de l'identité aussi peu que l'on veut. Alors je démontre la proposition suivante :

Une transformation asymptotiquement périodique, appartenant à la classe de l'identité, d'une surface orientable et close de genre $p > 1$ en elle-même ne peut être que l'identité.

De là, il résulte immédiatement qu'une transformation asymptotiquement périodique d'une surface orientable et close de genre $p > 1$ en elle-même est périodique dans le sens strict. D'autre part, si les images successives d'un point régulier obtenues par les puissances de la transformation T forment un ensemble partout dense sur la surface S, la transformation T est asymptotiquement périodique. Il en résulte que pour une surface S de genre $p > 1$, l'ensemble des images successives d'un point régulier ne peut pas être partout dense sur la surface. Un voisinage suffisamment petit du point régulier en question et les images successives de celui-ci forment un ensemble invariant dans la transformation donnée; cet ensemble et son complémentaire contiennent tous les deux des points intérieurs; par conséquent, la transformation ne vérifie pas la condition de transitivité métrique. Le résultat obtenu est énoncé dans le théorème suivant :

Si le système dynamique admet une surface de section de genre $p > 1$, l'existence d'une solution qui vérifie la condition de stabilité permanente exclut que le système soit ergodique.

En outre, il me semble probable que l'existence d'une intégrale invariante par la transformation entraîne celle d'un point régulier au moins, et, par conséquent, l'existence d'une solution qui vérifie la condition de stabilité permanente.

---

(1) G. D. Birkhoff et P. A. Smith, *Journ. de Math.*, 7, 1928, p. 365. Voir aussi les mémoires sur l'hypothèse ergodique de MM. J. v. Neumann, G. D. Birkhoff et B. O. Koopman dans les *Proceedings of the Nat. Academy of Sciences*, Washington, vol. 18, 1932.

COSMOGONIE. — *Sur une formule empirique donnant des distances auxquelles se sont formés les anneaux successifs de l'hypothèse nébuleuse.* Note [1] de M. **André Auric**, présentée par M. Eugène Fichot.

L'échec à peu près complet des formules empiriques proposées pour donner la loi des distances des planètes au Soleil en présence de l'harmonie incontestable qui règne dans le système solaire semble prouver nettement que le problème a été mal posé jusqu'ici et qu'il serait beaucoup plus logique et rationnel de chercher une loi empirique concernant les distances auxquelles se sont formés les anneaux successifs dans l'hypothèse nébuleuse.

En effet, si l'on admet les considérations développées par Roche et par Poincaré dans leurs études théoriques sur la formation de chacun de ces anneaux, il est clair qu'au commencement de cette opération, le rayon de la nébuleuse doit posséder certaines propriétés résultant du fait de l'équilibre mécanique et thermodynamique de son arête extérieure équatoriale avec le milieu ambiant [2].

Dès lors, si une loi existe, elle doit viser ces distances mêmes et non celles toujours incertaines et aléatoires auxquelles se formeront ultérieurement les planètes au sein de leurs anneaux respectifs.

En fait, il est très facile d'établir comme le montre le tableau ci-annexé qu'il y a une loi très simple de formation des anneaux nébuleux, car on peut admettre que pour chacun d'eux la distance suivante est approximativement double de la précédente, de sorte que la numération binaire doit nécessairement jouer un rôle essentiel et primordial dans la constitution intime du système solaire et de tous ses éléments.

La première colonne dudit tableau donne en unités astronomiques les distances des planètes au Soleil; la seconde donne les distances des anneaux hypothétiques entre Mercure et les confins du système solaire en prenant pour base la formation si importante et si caractéristique des astéroïdes; la troisième donne, à partir du Soleil la succession des six anneaux hypothétiques inframercuriels pour lesquels on ignore encore s'ils se sont maintenus à l'état d'anneaux ou s'ils ont donné naissance à une petite planète concentrée.

---

[1] Séance du 1er juillet 1935.

[2] Cf. *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 455.

Il est nécessaire de rappeler que dans notre Communication précitée, nous avions été conduit à la loi de formation des anneaux

$$\frac{d}{r} = (1,764)^n,$$

d, distance de l'anneau de rang n;
r, rayon du Soleil $= 0,00465$;

tandis que la nouvelle loi se réduit à

$$\frac{d}{r} = 2^n$$

dont la grande simplicité ne doit pas faire perdre de vue l'extrême importance pour l'établissement d'une hypothèse cosmogonique rationnelle.

De l'exposé qui précède il résulte que le système solaire se compose :

1° d'une très grosse étoile : le Soleil;
2° d'anneaux successifs formés chacun à la distance double du précédent;
3° d'une zone neutre caractéristique constituée par les astéroïdes;
4° le tout contenu dans un plan privilégié.

Soleil $M = 333,432$, $r = 0,00465$.

	Planètes.	Limites des anneaux à partir des astéroïdes.	Limites des anneaux à partir du Soleil.
Premier anneau	–	–	0,00465 (1)
Deuxième anneau	–	–	0,00930 (2)
Troisième anneau	–	–	0,0186 (4)
Quatrième anneau	–	–	0,0372 (8)
Cinquième anneau	–	–	0,0744 (16)
Sixième anneau	–	–	0,1488 (32)
Mercure	0,387	0,19 (1)	0,2976 (64)
Vénus	0,723	0,38 (2)	0,5952 (128)
Terre	1,00	0,76 (4)	–
Mars	1,52	1,52 (8)	–
Astéroïdes	–	3,04 (16)	2,75 premier maximum
Astéroïdes	–	–	3,15 deuxième maximum
Jupiter	5,2		
Saturne	9,55	6,08 (32)	–
Uranus	19,22	12,16 (64)	–
		24,32 (128)	–
Neptune	30,11		
Pluton	39,6	48,64 (256)	extra solaire captée (?)

ASTRONOMIE SOLAIRE. — *Inclinaison systématique vers l'ouest des protubérances solaires équatoriales et de latitudes moyennes.* Note de Mlle **Marguerite Roumens**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Lorsqu'une protubérance solaire, stable et élevée, se déplace, par suite de la rotation du Soleil sur lui-même, d'un bord à l'autre du disque, sa projection sur celui-ci, ou *filament*, offre une succession d'aspects très caractéristiques : large au bord est, elle devient plus étroite en se rapprochant du centre, jusqu'à ne sous-tendre que 3 à 4 secondes géocentriques, puis elle s'élargit à nouveau, en gagnant le bord ouest où on l'a vu atteindre parfois plusieurs minutes. Ces apparences ont été expliquées quand on a pu reconnaître (1) que les protubérances se présentent habituellement comme des lames gazeuses très minces relativement à leurs autres dimensions, de sorte que, pour l'observateur terrestre, elles sont vues successivement, en élévation par la face ouest, par la tranche, enfin, par la face est.

Au cours d'une étude d'ensemble sur les phénomènes chromosphériques, et spécialement les filaments, entreprise à l'observatoire de Meudon par M. d'Azambuja et par moi-même, j'ai été amenée à faire, pour la période 1919-1930, un examen approfondi des 4000 spectrohéliogrammes qui ont servi à établir les cartes synoptiques de la chromosphère publiées sous les auspices de l'Union astronomique internationale. J'ai alors remarqué que, souvent, les filaments se présentent par la tranche avant d'atteindre le méridien central et non au méridien central lui-même. Une dissymétrie analogue ressort de mesures faites en 1932 par M. Salaruddin (2) : le rapport entre les aires des filaments au bord et au centre est plus élevé à l'ouest qu'à l'est. L'auteur admet que ce résultat peut tenir à ce que la hauteur de la plupart des filaments considérés avait justement augmenté quand ils s'approchaient du bord ouest. Il m'a paru plus simple d'expliquer la dissymétrie par une inclinaison systématique des protubérances vers l'ouest, dans le sens de la rotation du Soleil, l'inclinaison étant définie comme l'angle formé par le plan de la lame gazeuse et le plan normal à la sphère solaire, passant par la base de la protubérance.

Afin de vérifier si cette hypothèse était exacte, j'ai relevé, parmi les 6000 filaments reportés sur les cartes synoptiques, ceux qui pouvaient se

(1) Voir notamment M. Roumens, *l'Astronomie*, 44, 1930, p. 21.

(2) M. Salaruddin, *Kodaikanal Observatory Bulletin*, 96, 1932, p. 297.

prêter à des mesures. Je n'en ai retenu que 171, choisis parmi les plus stables et les plus importants, et, d'autre part, faisant un angle suffisant avec les parallèles pour que les mesures aient un sens. Cette dernière restriction supprime pratiquement tous les filaments polaires.

Les déterminations ont été effectuées sur les spectrohéliogrammes de la couche supérieure du calcium ionisé (K_3), obtenus à Meudon et sur des images de complément provenant des observatoires de Coimbra, de Kodaikanal et du Mont-Wilson.

Le simple examen des clichés quotidiens permet de fixer avec une bonne précision le moment où le plan de la lame gazeuse passe par l'observateur; la protubérance se présente alors sous l'aspect d'une ligne nette et bien marquée, dont la distance, en degrés héliocentriques au centre du disque fournit immédiatement l'inclinaison. Celle-ci peut être mesurée avec une erreur inférieure à 3°.

Sur les 171 filaments sélectionnés, 134 sont inclinés vers l'Ouest, et 36 vers l'Est; un seul a été trouvé normal au Soleil. L'inclinaison montre un maximum de fréquence vers 7° O et un autre plus aigu vers 22° O. La moyenne des 171 inclinaisons déterminées est de 10° O.

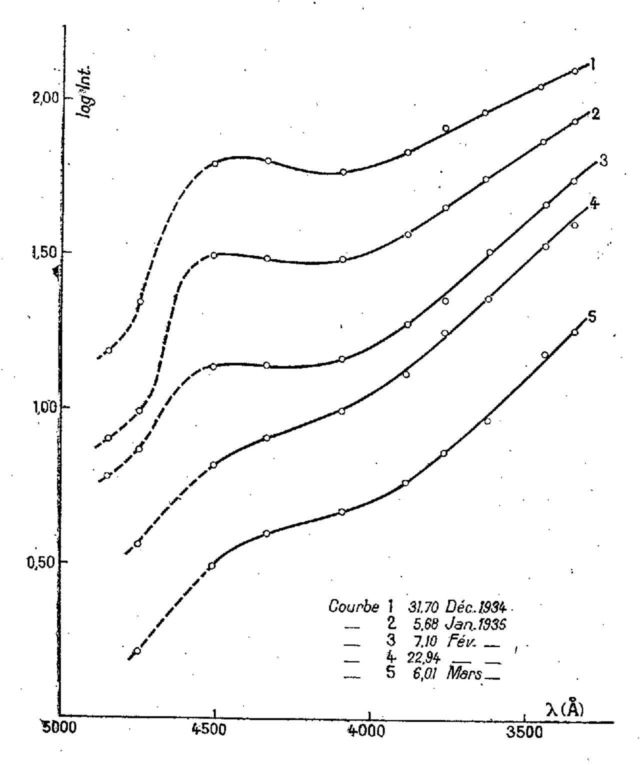
Ce résultat est à rapprocher, d'une part, de l'hypothèse faite par J. Evershed en 1911 (1), à propos d'une observation isolée, de l'existence d'un vent chromosphérique poussant les parties élevées des protubérances vers l'Ouest, alors que la base reste fixée à la photosphère; et, d'autre part, des déterminations de vitesses radiales faites, en 1911 également, par H. Deslandres et V. Burson (2) décelant, dans les protubérances extérieures au bord, un mouvement général des vapeurs dans le sens de la rotation.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur le spectre continu de* Nova Herculis. Note de MM. **Daniel Barbier**, **Daniel Chalonge** et **Étienne Vasy**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Au cours d'un séjour à Abisko (latitude 68°20, Laponie Suédoise) nous avons pris, entre le 30 décembre 1934 et le 5 Mars 1935, une quarantaine de spectres de *Nova Herculis*, en utilisant le spectrographe et la méthode

(1) J. Evershed, *The Astrophysical Journal*, 33, 1911, p. 2.
(2) H. Deslandres et V. Burson, *Comptes rendus*, 152, 1911, p. 1281.

que nous avons déjà décrits (1). Ces spectres s'étendent de 4900 Å à 3050 Å environ. Outre le spectre de la *Nova*, la plupart des plaques contiennent le spectre, pris au cours de la même nuit, d'une étoile dont le rayonnement continu a été étudié antérieurement par nous (α Lyr., η UMa., γ Cas.), ainsi qu'une série de spectres de référence (spectres d'un tube à hydrogène éloigné) permettant de déterminer les courbes de noircissement. Il est



ainsi possible de faire un certain nombre de recherches spectrophotométriques sur *Nova Herculis*.

Nous nous sommes occupés ici de son rayonnement continu. Ainsi qu'on l'a constaté pour les autres novæ, ce spectre continu est difficile à mettre en évidence par suite de la complexité du spectre de raies (émission et absorption). Il est néanmoins possible de tracer, avec assez de vraisemblance, la courbe qui doit le représenter, sur les enregistrements au microphotomètre des spectres de la *Nova*. A partir de cette courbe, il est aisé de

(1) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 377; *Journal de physique*, **6**, 1935, p. 137.

déterminer la répartition de l'énergie dans le spectre continu de la *Nova*, hors de l'atmosphère terrestre. La figure représente cette répartition énergétique pour 5 jours d'observation différents : en abscisses sont portées les longueurs d'onde et en ordonnées le logarithme des intensités énergétiques. La partie des courbes tracée en trait discontinu et qui correspond aux radiations de longueurs d'onde supérieures à 4500 Å est moins sûre que la partie tracée en trait continu. En effet, au-dessus de 4500 Å, le spectre continu du tube à hydrogène devient très faible, et peu utilisable comme spectre de comparaison; aussi avons-nous, dans ce domaine, comparé directement le spectre continu de la *Nova* à celui de γ Cas. en admettant, par extrapolation, que la température de couleur de ce dernier pouvait encore être prise égale à 17000° dans ce domaine ([1]).

L'examen des courbes montre que le rayonnement continu de la *Nova* ne peut être, en aucun cas, assimilé à un rayonnement de corps noir dans le domaine spectral considéré. La bosse que présentent ces diverses courbes entre 4000 et 4800 Å semble tout à fait analogue à celle signalée par Brill ([2]) dans le spectre de *Nova Geminorum* 2. Dans les deux cas, cette bosse s'atténue avec le temps. Mais nous ne trouvons aucune trace du maximum signalé par Brill vers 3600 Å; ce dernier n'était peut-être qu'apparent et tenait probablement à ce que l'étoile du type A à laquelle Brill a comparé la *Nova Geminorum*, est affectée, au-dessous de 3700 Å, d'une absorption continue due à l'hydrogène atomique et dont il n'avait pas été tenu compte.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Interprétation de la constante d'Eötvös et de ses différentes valeurs*. Note ([3]) de M. **Dikran G. Dervichian**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons défini ([4]) la tension superficielle comme représentant la moitié du travail nécessaire pour briser, suivant une section droite (de 1^{cm^2}) un prisme formé par le liquide. Nous allons essayer de calculer ce travail

([1]) L'étude des spectres stellaires faite par nous antérieurement (*loc. cit.*) ne dépassait, en effet, pas 4500 Å.

([2]) *Publ. Ast. Obs. Potsdam*, 23, 1914, p. 11.

([3]) Séance du 1er juillet 1935.

([4]) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2065.

et retrouver l'équation d'Eötvös. Pour évaluer l'attraction qui s'exerce entre les deux surfaces que l'on sépare, nous utiliserons, avec toute sa valeur approximative, le terme de *pression intérieure* de l'équation d'état de van der Waals.

Van der Waals a défini sa constante a en supposant que la force d'attraction est proportionnelle à la fois à la densité des molécules attirantes et à celle des molécules attirées, soit $a/v^2.u$ étant le volume par mol/gr., appelons $\lambda = (u/N)^{1/3}$ la distance moyenne entre molécules dans le liquide (N nombre d'Avogadro). Supposons qu'au moment où nous brisons la colonne liquide, nous ayions éloigné les deux tronçons d'une distance l. Prenons, comme surface de référence le plan délimitant l'un des tronçons. En première approximation, alors que d'un côté de ce plan la densité reste N/λ^3, de l'autre elle est de $N/\lambda^2 l$. En effet, la base du volume moléculaire est toujours λ^2, mais la hauteur *moyenne* (du moins pour la première tranche) est devenue l. La force d'attraction par centimètre carré, proportionnelle à ces deux densités, sera donc $aN^2/\lambda^5 l$, et le travail d'arrachement sera donné par l'intégrale $W = aN^2/\lambda^5 . \int dl/l$ (1).

La limite inférieure d'intégration est λ. L'autre correspond à la distance à laquelle il faut éloigner le tronçon que l'on arrache. Ce serait l'infini s'il ne devait exister aucune molécule de vapeur au-dessus du liquide dont on définit la tension superficielle. Mais, u' étant le volume par mol.-gr. de vapeur saturante, tout se passe comme si les molécules de vapeur, les plus proche du liquide, étaient réparties régulièrement sur un plan à la distance $\lambda' = (u'/N)^{\frac{4}{3}}$ de sa surface. Toujours approximativement, il nous suffira donc d'écarter les tronçons jusqu'à cette distance. Dès lors

$$2\gamma = W = \frac{aN^2}{\lambda^5}\int_\lambda^{\lambda'} \frac{dl}{l} = \frac{a}{u^{\frac{5}{3}}N^{\frac{4}{3}}} \operatorname{Log} \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{a}{u^{\frac{5}{3}}N^{\frac{4}{3}}} \operatorname{Log} \left(\frac{u'}{u}\right)^{\frac{1}{3}},$$

d'où $\gamma = a/6u^{\frac{5}{3}}N^{\frac{4}{3}}. \operatorname{Log} u'/u$ et $\gamma u^{\frac{2}{3}} = a/6N^{\frac{4}{3}}u. \operatorname{Log} u'/u$. Faisons apparaître les densités ρ et $\rho'(u = M/\rho)$ et employons les log vulgaires,

$$\gamma u^{\frac{2}{3}} = \frac{2,3a}{6MN^{\frac{1}{3}}} \rho \log \frac{\rho'}{\rho}.$$

(1) a est donné dans les Tables, en prenant pour unités la pression d'une atmosphère et le volume de 1^g du gaz à 0° sous la pression atmosphérique. Ici (molécules grammes et dynes), a des Tables doit être multiplié par $(273.R)^2/10^6 = 5,2.10^{14}$.

J'ai calculé la valeur du facteur $\rho \log \rho/\rho'$ dans tous les cas où il existe des données numériques sur les densités des liquides et vapeurs saturantes à différentes températures. Des résultats, on peut déduire une première relation empirique : $\rho \log \rho/\rho' = C\,(1 - T/T_c)$, où C, différent pour chaque fluide, demeure à peu près constant dans un grand intervalle, pour croître rapidement (ou diminuer) lorsqu'on approche de la température critique T_c. En seconde approximation $\rho \log \rho/\rho' = C/T_c.\,(T - T \pm \varepsilon)$, ε étant de l'ordre de quelques degrés. Or, le cœfficient C/T_c, multiplié par le facteur $2{,}3\, a/6N^{1/3}$, donne un coefficient général qui varie peu, alors que l'on passe des corps simples aux corps composés les plus divers. On voit, sur le tableau, qu'il reste compris entre 8 et 10, exception faite pour un groupe de corps sur lesquels nous allons revenir. La relation prend donc la forme définitive $\gamma u^{2/3} = K(T_c - T \pm \varepsilon)$, qui reproduit bien l'équation d'Eötvös avec le terme correctif qu'y ont introduit Ramsay et Shields.

	K.		K.		K.
CO	9,3	Cl^2	8,3	NH^3	12,2
CO^2	9,9	N^2	9,3	$H.COO(CH^3)$	10,8
CCl^4	9,5	Xe	8,1	$CH^3COO(C^2H^5)$	11,6
$C^5H^{12}n$	10,1	Ar	7,7	$(C^2H^5)^2O$	12,3
C^6H^6	9,9	Ne	7		
$CH^2{=}CH^2$	8,2			$H.CH^2OH$	15,3
$(CH^3)S$	9,9	H^2	5	CH^3CH^2OH	13,6
C^6H^5Cl	10,3	He	4-5	CH^3COOH	16
N^2O	8	Hg	5,4	H^2O	15

Le coefficient K est de 4 à 5 fois plus grand que le coefficient expérimental 2. Ceci ne doit pas nous étonner, après toutes les approximations simplistes que nous avons dû faire; nous ne cherchons d'ailleurs dans ce calcul qu'une indication. En effet, ici également, ce sont les substances contenant des groupements polaires qui constituent l'exception. Mais, contrairement à l'expérience, au lieu d'être plus petit, le travail calculé est plus grand. La divergence n'est qu'apparente et permet de préciser les notions d'orientation. S'il a fallu tenir compte de la dissymétrie dans la *forme* des molécules, pour une première correction à la constante d'Eötvös (1), il ne faut pas non plus perdre de vue l'*anisotropie* dans leurs interactions : celles-ci sont d'autant moins centrales, que les molécules peuvent posséder un dipôle permanent (cas des substances renfermant OH).

(1) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 2065.

Il n'est donc pas étonnant que, sous l'action d'une traction, les molécules s'orientent suivant les lignes de leurs *champ de force* et se stratifient. Dans ces conditions la rupture, au moment de l'arrachement, a d'autant plus de chance de se produire sur la liaison de moindre résistance de l'édifice (plan de clivage) que l'autre est plus forte ([1]). Le travail *effectif* sera plus faible ($K = 1$). Quant au travail calculé, il ne pouvait être que plus grand dans le cas des molécules à dipôles. En effet, du fait de la polarité, leur interaction *globale* est plus forte dans le fluide et s'introduit dans le calcul par les valeurs des constantes caractéristiques, en particulier par le coefficient a.

PHYSIQUE. — *Sur la propagation des ondes radioélectriques courtes dans la région des aurores polaires.* Note de MM. **Nicolas Stoyko** et **Raymond Jouaust**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Plusieurs études sur la propagation des ondes courtes semblent indiquer que cette propagation subit des anomalies lorsqu'elle se produit dans la région des aurores polaires. C'est ainsi que la mauvaise réception à Tokyo des ondes courtes émises à Washington a été expliquée par le fait que l'arc de grand cercle joignant Tokyo à Washington se confond sur une partie de son parcours avec le cercle du maximum d'activité aurorale.

Il était intéressant de savoir quelle influence pouvait avoir sur la vitesse de propagation des ondes leur passage dans la zone aurorale. Les enregistrements faits au Bureau International de l'Heure, à l'Observatoire de Paris, des signaux émis sur onde de $37^{m},08$ par le poste d'Honolulu (NPM) nous ont permis de répondre à la question posée.

Ces signaux qui sont reçus à Paris à 8^{h} t. m. gr. et à 17^{h} t. m. gr., suivent un arc de grand cercle qui passe tout près du pôle magnétique nord et traversent le Groenland à faible distance du pôle magnétique théorique. Ils arrivent généralement très déformés. Néanmoins nous avons pu constater que leur longueur était la même que celle des émissions de San Francisco dont ils sont une retransmission.

La détermination de la vitesse de propagation des signaux d'Honolulu était rendue possible par le fait qu'on enregistre au Bureau International

---

([1]) Ceci expliquerait pourquoi les acides gras et les paraffines ont des tensions superficielles comparables : la rupture se produit dans les deux cas sur les groupements CH^3.

de l'Heure les signaux horaires d'Arlington (NAA, $33^m,15$ et $17^m,84$) et d'Annapolis (NSS, $37^m,36$ et $24^m,91$) signaux qui, de même que ceux d'Honolulu, sont également enregistrés par l'observatoire naval de Washington.

En admettant pour la vitesse apparente de propagation des ondes courtes la valeur de 270 000 km/sec (¹) (dans le cas de réception dans les deux stations) et en calculant avec cette vitesse la durée de propagation des ondes entre la France et les États-Unis d'une part, les États-Unis et Honolulu d'autre part, nous avons, en utilisant les enregistrements effectués de novembre 1934 à avril 1935, la valeur de 270200 km/sec pour la vitesse de propagation des ondes entre Honolulu et Paris. Le passage dans la zone aurorale n'aurait donc aucune influence sur la propagation des ondes courtes.

Mais ce résultat ne se rapporte qu'à l'émission reçue à Paris à 8^h du matin et qui correspond dans la période où nous avons opéré, à un trajet en grande partie nocturne.

Par contre nous avons constaté que les émissions reçues le soir à 17^h présentaient un retard systématique de $0^s,0518$ par rapport à celles du matin. Ceci peut s'expliquer par le fait que le trajet direct des ondes pour cette émission était complétement éclairé par le Soleil et que la longueur d'onde de $37^m,08$ ne convient pas à de longs trajets de jour. Il était donc probable que les ondes reçues à Paris avaient suivi le plus grand arc du grand cercle Paris-Honolulu qu'il y avait eu ce que nous avons appelé superpropagation.

La vitesse des ondes calculées d'après cette hypothèse a été trouvée de 291 000 km/sec.

Cette valeur est en bonne concordance avec celle que nous avons trouvée par d'autres procédés (²) pour les ondes de superpropagation.

(¹) N. Stoyko et R. Jouaust, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1292.
(²) N. Stoyko et R. Jouaust. *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 2149.

MAGNÉTISME. — *Nombre des électrons qui contribuent au paramagnétisme du nickel.* Note (¹) de M. **Louis Néel**, transmise par M. Pierre Weiss.

Dans un Mémoire qui paraîtra prochainement, M. Manders a étudié, en fonction de la température, la susceptibilité magnétique d'une série de solutions solides à base de nickel. D'une façon générale, il a trouvé que la susceptibilité χ était bien représentée par la formule $\chi = a + C/(T - \Theta)$ qui met en évidence un paramagnétisme indépendant de la température a, superposé à un paramagnétisme à champ moléculaire obéissant à la loi de Weiss et défini par une constante de Curie C et un point de Curie Θ.

L'expérience montre que C varie linéairement en fonction du titre de l'alliage, pourvu que la proportion du métal allié au nickel ne soit pas trop grande (de 0 à 10 pour 100 atomique, par exemple). Soit ΔC la pente de la droite qui représente les constantes de Curie atomiques en fonction du titre atomique. $-\Delta C$ représente l'abaissement de la constante de Curie pour une variation du titre atomique égale à 1. Le tableau suivant donne les valeurs de $-\Delta C$ pour un certain nombre de métaux. On constate

Métal.	$-\Delta C$.	n.	c.
Cu	0,429	1	0,429
Al	1,41	3	0,470
Ti	1,75	4	0,438
Sn	2,29	4	0,572
V	2,73	5	0,546
Sb	2,65	5	0,530
Mo	3,04	6	0,507
W	3,10	6	0,516

immédiatement que les abaissements sont d'autant plus grands que le métal a plus d'électrons de valence et qu'ils sont proportionnels au nombre n des électrons contenus dans les couches incomplètes du métal considéré. D'ailleurs, en divisant $-\Delta C$ par n, on obtient les nombres c qui sont donnés dans la troisième colonne du tableau.

(¹) Séance du 1er juillet 1935.

En première approximation, on peut admettre que c est constant et égal à la valeur moyenne 0,512, eu égard surtout aux difficultés qui s'attachent à la détermination de $-\Delta C$.

Quelques valeurs cependant sont nettement aberrantes. Une discussion plus poussée permet de rendre compte de ces écarts. C'est ainsi que la valeur c correspondant au cuivre a, par exception, non pas été calculée d'après les expériences de Manders mais d'après celles, plus anciennes, d'Alder (Thèse, Zurich, 1916). Alder avait supposé $a=0$, ce qui ne semble pas légitime; ses constantes de Curie étaient donc trop grandes et l'abaissement que l'on en déduit, trop faible. La valeur trop grande de c, trouvée pour l'étain, est à rattacher aux résultats très irréguliers obtenus dans l'étude des alliages correspondants. D'une manière générale, les alliages qui fournissent les résultats les plus réguliers et inspirant le plus de confiance donnent aussi les valeurs de c qui se rapprochent le plus de la moyenne.

Quel que soit le métal allié au nickel, chacun des électrons des couches incomplètes produit la même diminution de la constante de Curie. Ce résultat s'accorde avec les remarques faites indépendamment par Stoner [1] et par Dorfman [2] sur l'abaissement de l'aimantation à saturation des mêmes alliages [expériences de Sadron [3]]. On aboutit au résultat suivant : tout se passe comme si : *a*. les atomes du métal étranger remplaçaient dans l'alliage les atomes de nickel dépourvus de moment; *b*. les électrons du métal étranger se disposaient antiparallèlement aux électrons magnétiques du nickel, par exemple, en se logeant dans les cellules d'extension en phase déjà occupées par un électron du nickel.

Ainsi *un électron du métal étranger annule la contribution magnétique d'un électron du nickel.* En adoptant cette conclusion déduite de l'étude du ferromagnétisme, il ressort que, si le nickel avait un électron magnétique par atome, sa constante de Curie serait égale à 0,512 puisque c'est précisément l'abaissement produit par un électron par atome. Comme la constante de Curie du nickel est 0,323, le nombre des électrons qui contribuent aux propriétés paramagnétiques est égal à $0,323/0,512 = 0,63$ électron par atome.

Ce nombre est identique, aux erreurs d'expériences près, au nombre 0,60 des électrons qui produisent le ferromagnétisme. Il y a donc continuité

(1) *Phil. Mag.*, **15**, 1932, p. 1018.
(2) *Phys. Zts. d. Sowjet Union*, **3**, 1933, p. 399.
(3) *Ann. de Physique*, **17**, 1932, p. 371.

complète entre le ferro et le paramagnétisme, *ce sont les mêmes électrons qui interviennent dans les deux cas*. Dans l'interprétation des propriétés magnétiques du nickel, il faut ainsi rejeter les hypothèses qui font appel à une augmentation du nombre des porteurs de magnétisme quand on traverse le point de Curie.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres du zinc, du cadmium et du mercure dans dans l'ultraviolet extrême.* Note (¹) de MM. **Léon** et **Eugène Bloch.**

L'emploi du réseau tangent comme appareil dispersif pour la région ultraviolette extrême a déjà donné des résultats importants dans l'étude spectroscopique des atomes légers (²). Nous avons entrepris depuis plusieurs années l'application de la même méthode aux éléments lourds et reconnu les spectres ultraviolets du cuivre, de l'or et de l'argent entre 1300 et 300 A (³). Le présent travail a pour objet l'exploration des spectres du zinc, du cadmium et du mercure. Pour ce dernier métal, on possède les mesures de Carroll (⁴), dont nos clichés apportent une bonne confirmation d'ensemble. Aussi nos efforts ont-ils porté surtout sur les spectres du zinc et du cadmium, pour lesquels on n'avait que des renseignements très fragmentaires dans la région de Schumann et dont l'étude était entièrement à faire dans la région extrême.

Nous avons modifié sur un point important la technique de production des spectres. L'emploi de l'étincelle dans le vide, qui est la source généralement utilisée dans cet ordre de recherches, nous a semblé présenter beaucoup d'inconvénients et nous lui avons substitué avec succès la décharge oscillante dans un tube sans électrodes. A cet effet, le métal à étudier est placé à l'extrémité d'un tube de pyrex de 30^{mm} de diamère et de 1^{m} de longueur environ, mastiqué sur le spectrographe avec intercalation d'un raccord réfrigérant spécial où l'on verse de l'air liquide. Le métal est chauffé jusqu'à ce qu'il émette une quantité de vapeur suffisante pour que la décharge annulaire s'amorce, et l'on sait que la pression nécessaire

(¹) Séance du 1ᵉʳ juillet 1935.

(²) Voir par exemple les travaux d'Edlén et de Söderqvist, *Acta Soc. Scient.*, Upsala, 4ᵉ série, 9, 1933 et 1934, p. 6.

(³) L. Bloch, E. Bloch et J. Farineau, *J. de Phys. et Le Rad.*, 3, 1932, p. 437.

(⁴) *Phil. Trans.*, Londres, 225, 1926, p. 366.

demeure extrêmement faible. La vapeur vient se condenser dans le réfrigérant qui fait suite à l'enroulement inducteur, et l'on évite ainsi toute élévation de pression dans le corps du spectrographe. Grâce à ce procédé, dont la mise au point a été réalisée par M. Blet, nous avons éliminé toute lueur et toute décharge parasite pouvant entraîner du voile de plaque. De plus, l'ouverture utile de la source est relativement grande, ce qui facilite beaucoup le réglage optique; les variations d'excitation s'obtiennent aisément en agissant sur l'éclateur auxiliaire; enfin le fonctionnement de la décharge est suffisamment stable pour permettre des poses continues de durée aussi longue qu'on le veut.

Zn.		
Int.	λ.	N.
2	478,92	208 803
4	78,62	208 934
6	74,54	210 730
2	74,21	210 877
2	73,49	211 198
2	73,00	211 417
6	72,65	211 573
5	72,08	211 829
6	66,91	214 174
3	52,79	220 853
3	50,93	221 764
5	49,95	222 247
2	49,58	222 430
5	44,36	225 043
3	44,02	225 215
7	42,35	226 065
2	35,71	229 511
6	31,53	231 734
5	30,58	232 245
4	29,31	232 932
7	25,53	233 356
2	28,11	233 585
8	25,88	234 808
3	25,45	235 045

Cd.		
Int.	λ.	N.
5	546,54	182 969
4	42,59	184 308
3	41,71	184 602
3	36,73	186 312
3	34,28	187 167
4	31,49	188 150
5	31,08	188 294
3	27,06	189 730
3	25,14	190 426
6	24,42	190 685
5	14,50	194 362
5	12,99	194 934
4	11,40	195 540
4	09,55	196 252
6	06,31	197 505
4	04,50	198 216
6	04,12	198 365
3	498,14	200 746
5	95,14	201 962
5	93,02	202 833

Le spectre du zinc a été mesuré entre 1333 et 227 A, celui du cadmium entre 1337 et 212 A. Ces deux spectres offrent une similitude marquée, en ce qu'ils sont relativement pauvres en raies dans la région des longueurs d'onde les plus grandes, et présentent un groupement de raies intenses dans la région 478-425 pour le zinc, 550-500 A pour le cadmium. Nous interprétons ces groupements comme renfermant l'ensemble des doublets fondamentaux des spectres Zn IV et Cd IV ($^2D^0\,^2D$, $^2F^0\,^2D$, $^2G^0\,^2D$, etc.). L'écartement caractéristique du doublet $3d^9(^2D)$ nous semble être de 2762 pour Zn IV et 5806 pour Cd IV.

Nous avons cherché à contrôler ces vues en reprenant l'étude des spectres du zinc et du cadmium dans la région 1600-1300 A, afin d'y reconnaître les quadruplets fondamentaux ($^4D^0\,^4F$, $^4F^0\,^4F$, $^4G^0\,^4F$). A cet effet nous avons mesuré les spectres de ces métaux (toujours obtenus en décharge oscillante) en nous servant de notre spectrographe dans le vide à réseau normal, dont la dispersion est notablement plus faible, et en procédant à une séparation des ordres d'ionisation par variation du potentiel de décharge. Nous avons reconnu ainsi, au moins de façon approchée, les raies Zn IV et Cd IV, et obtenu des hypothèses plausibles pour les combinaisons de quadruplets les plus importantes. L'ensemble des résultats sera publié ailleurs.

Nous donnons ci-dessus, à titre d'indication, les raies intenses de la région ultraviolette lointaine qui sont caractéristiques des spectres obtenus.

PHOSPHORESCENCE. — *Influence du passage d'un courant électrique sur la phosphorescence du sulfure de zinc.* Note de M. **Georges Déchêne**, présentée par M. Aimé Cotton.

J'ai constaté que le passage d'un courant électrique provoque l'affaiblissement de la phosphorescence du sulfure de zinc dans une couche mince au contact de chaque électrode.

Il est aisé d'observer ce phénomène avec un écran phosphorescent sur papier en utilisant une tension de quelques milliers de volts; une des électrodes est mobile et on la met dans l'obscurité en contact pendant une fraction de seconde avec la face activée de l'écran; l'électrode laisse une empreinte sombre qui reste visible pendant quelques minutes.

Un meilleur dispositif est obtenu en prenant une électrode transparente

fixe, formée d'une lame de cellophane qu'on a rendue conductrice en la laissant pendant une demi-heure dans une solution étendue d'acide sulfurique, puis en la laissant sécher; cette lame est fortement serrée sur la substance phosphorescente.

J'ai utilisé divers sulfures de zinc phosphorescents; ZnS.Cu vert (blende et wurtzite); ZnS.Mn orangé; ZnCdS.Cu jaune, orangé et rouge. La poudre phosphorescente est légèrement serrée entre deux électrodes ou, ce qui est plus pratique, fixée sur une lame métallique ou sur du carton à l'aide d'un vernis au celluloïd.

Pour les mesures quantitatives, la région étudiée est comparée à une surface voisine non traversée par le courant devant laquelle on place divers écrans gris d'opacité connue jusqu'à réaliser l'égalité d'éclat.

Lois expérimentales du phénomène : 1° Les résultats obtenus sont indépendants du sens du courant;

2° La tension électrique doit être appliquée après l'excitation de la substance phosphorescente; rien de particulier ne se produit si l'on éclaire la substance après le passage du courant électrique;

3° L'affaiblissement de la phosphorescence apparaît dès que la tension est établie; le résultat observé ne peut donc être attribué à un échauffement qui produirait d'abord un accroissement d'éclat. L'affaiblissement subsiste si la tension est maintenue.

4° L'affaiblissement de la phosphorescence ne se produit qu'au contact des électrodes; on s'en aperçoit aisément en utilisant une couche de sulfure de zinc assez épaisse (quelques millimètres) pour qu'on puisse l'observer latéralement.

5° L'affaiblissement observé au contact d'une électrode croît avec la tension utilisée.

Exemple : Écran sur carton ZnS. Cu vert (wurtzite).

Tension (volts)	1100	1900	2300	3000
Rapport de l'éclat de la région observée à celui de la surface de comparaison	0,72	0,42	0,30	0,24

6° Quand on supprime le courant, l'affaiblissement produit disparaît progressivement.

Exemple : Même écran phosphorescent que pour l'exemple précédent. Tension : 1900 volts. Le courant n'a traversé la substance que pendant une fraction de seconde.

Temps écoulé depuis l'interruption du courant (en secondes)	0	11	25	40
Rapport de l'éclat de la région observée à celui de la surface de comparaison	0,42	0,60	0,72	0,82

7° La substance phosphorescente étant éclairée par une lampe à vapeur de mercure à travers un verre de Wood, le passage du courant produit une légère diminution de la fluorescence observée.

8° Suivant le degré d'humidité des substances utilisées, les intensités du courant, avec une tension de 2000 volts, variaient dans mes expériences entre 10^{-8} et 10^{-4} ampères par centimètre carré d'électrode. L'affaiblissement de la phosphorescence est moins net avec les écrans peu conducteurs. Si la substance est desséchée, sa conductibilité devient très faible et l'établissement d'une tension électrique de quelques milliers de volts ne modifie plus la phosphorescence.

9° Le contact doit être bien assuré entre l'électrode et la substance; sinon, une effluve se produit qui provoque une vive fluorescence. Coustal (1), en formant une effluve à la surface d'un écran phosphorescent, a observé suivant les cas un renforcement ou un affaiblissement de l'éclat; il y a probablement superposition de deux effets : action extinctrice du courant et excitation de la phosphorescence par les radiations ultraviolettes de l'effluve.

Considérations théoriques. — Dans la théorie photoélectrique de Lenard, on admet qu'une substance phosphorescente contient des centres luminogènes auxquels la lumière excitatrice peut arracher un électron; cet électron se fixe dans le voisinage dans le réseau ionique du diluant; l'agitation thermique peut l'en libérer et son retour au centre luminogène provoque l'émission du rayonnement de phosphorescence.

Or, lorsqu'un courant électrique traverse une substance semi-conductrice, un champ électrique très intense apparaît dans une couche mince au contact des électrodes (2).

On peut admettre que les électrons de phosphorescence, faiblement liés, sont entraînés par ce champ électrique et l'émission de la phosphorescence est interrompue. Quand le courant électrique est supprimé, l'état primitif tend à se rétablir; des électrons libres reviennent progressivement se fixer

(1) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1403-1596.

(2) Reboul, *Journal de Physique*, 2, 1931, p. 86; Dechêne, Thèse, *Annales de Physique*, 2, 1934, p. 241.

dans le champ d'action des centres luminogènes excités, chargés positivement; l'émission de la phosphorescence redevient possible.

RADIOCHIMIE. — *Sur la loi hyperbolique du déclin de la phosphorescence.* Note de M. **Maurice Curie**, présentée par M. Jean Perrin.

Après de nouvelles séries de mesures, Lewschin et Antonow-Romanovsky [1] reprennent, pour représenter les déclins des phosphorescences des sulfures, une loi hyperbolique particulièrement simple, comme l'avaient déjà fait Ives et Lukiesh et surtout Coustal.

La loi de décroissance de l'intensité en fonction du temps $I = At^{-\alpha}$ est valable pour environ 75 pour 100 de la lumière accumulée par excitation à saturation, α caractérisant le sulfure à température donnée. Les auteurs font cependant remarquer que cette loi ne convient ni pour le début, ni pour la fin de l'émission.

Or la relation $I = At^{-\alpha}$ s'obtient évidemment en écrivant que, pendant un temps dt, la probabilité de retour d'un centre luminogène à l'état normal est proportionnelle à dt, mais en outre inversement proportionnelle au temps t écoulé depuis la fin de l'excitation. Si N centres sont présents à l'instant t, on a

$$dN = -aN\frac{dt}{t} \qquad \text{d'où} \qquad \frac{dI}{I} = -\alpha\frac{dt}{t} \qquad \text{et} \qquad I = At^{-\alpha}.$$

L'hypothèse simpliste faite ci-dessus sur la probabilité de désactivation se justifie dans son esprit en considérant un grand nombre de centres excités dont les durées moyennes de vie sont très variables, certaines pouvant être très brèves, d'autres très longues.

Les mesures de Lenard et de ses collaborateurs conduisent à représenter le déclin de la phosphorescence par une formule à termes multiples, composée, par exemple, d'une somme d'un grand nombre d'exponentielles; la forme

$$N = N_{01}e^{-K_1 t} + N_{02}e^{-K_2 t} + \ldots \qquad (K_1 > K_2 \ldots > 0,\ N_0 \text{ nombres de centres à } t = 0)$$

se justifie directement en considérant des durées moyennes de vie différentes pour les différents centres excités, une exponentielle simple correspondant à un processus de réaction monomoléculaire ou analogue. Le

(1) *Phys. Z. der Sowjetunion*, 5, 1934, p. 796.

temps croissant, les exponentielles à coefficients K élevés s'éliminent successivement.

On déduit de la relation précédente

$$\frac{dN}{N} = \frac{-(K_1 N_{01} e^{-K_1 t} + K_2 N_{02} e^{-K_2 t} + \ldots)\, dt}{N_{01} e^{-K_1 t} + N_{02} e^{-K_2 t} + \ldots}.$$

La relation hyperbolique $I = A t^{-\alpha}$ reviendrait donc a admettre que, dans un domaine de temps assez étendu, le rapport

$$\frac{K_1 N_{01} e^{-K_1 t} + K_2 N_{02} e^{-K_2 t} + \ldots}{N_{01} e^{-K_1 t} + N_{02} e^{-K_2 t} + \ldots}$$

varierait simplement en raison inverse de t avec une bonne approximation. Il est facile de voir en dérivant que la valeur de ce rapport diminue quand t croît. Mais on ne peut poursuivre le calcul, les coefficients K et N_0 étant inconnus. Notons qu'on ne saurait dire que les N_0 diminuent rapidement quand les K croissent, car les résultats expérimentaux montrent que, lorsque le temps écoulé après la fin de l'excitation augmente, la somme de lumière restant accumulée ne baisse que lentement.

Lenard admet l'existence d'une grande diversité de centres de constitutions différentes. J'ai proposé d'admettre que les électrons écartés des centres luminogènes pendant l'ionisation d'excitation se trouvent fixés dans les champs interioniques du diluant dans des conditions non identiques.

RADIOCHIMIE. — *Sur le rayonnement accompagnant la déshydratation du sulfate de quinine.* Note de M. **Maurice Prost**, présentée par M. Jean Perrin.

Le rayonnement produit dans l'*hydratation* du sulfate de quinine est très facilement absorbable; utilisant un dispositif particulier, nous avons montré, M. Maurice Curie et moi [1], que le parcours dans l'air à la pression atmosphérique est de l'ordre du micron.

J'ai employé le même dispositif légèrement modifié pour étudier le rayonnement produit dans la *déshydratation* du même sel : la couche de sulfate de quinine est directement chauffée dans l'enceinte où le vide peut

[1] *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1729.

être réalisé. Au-dessus du sel on crée entre deux électrodes un champ de l'ordre de 200 volts-cm. L'électrode inférieure (grille) est reliée à un électromètre de Wülf; elle est placée à une distance de $3^{mm},5$ du disque portant le sulfate de quinine. On n'a plus besoin ici de la chambre à très basse tension de vapeur d'eau utilisée pour l'étude de l'hydratation.

Les phénomènes essentiels électriques et lumineux qui se produisent par hydratation sont analogues à ceux qui accompagnent la déshydratation (Le Bon, Kälähne). Il était donc probable que le rayonnement produit par déshydratation devait également être très absorbable. Pour pouvoir constater l'existence du courant d'ionisation dû au rayonnement ayant déjà parcouru une distance de $3^{mm},5$ il a fallu diminuer la pression au-dessous du millimètre de mercure.

J'ai d'autre part fait agir sur ce rayonnement un champ magnétique pour choisir entre les deux hypothèses que l'on pouvait envisager : existence d'un rayonnement électromagnétique très absorbable ou émission de charges simultanées positives et négatives; l'expérimentation en suivant la déshydratation s'y prêtait plus commodément. Le champ magnétique était obtenu avec une bobine entourant l'appareil, sa direction étant parallèle à la surface du sel de quinine. Avec un champ de 600 gauss, j'ai observé une diminution d'environ 90 pour 100 du courant d'ionisation.

On peut donc conclure que l'ionisation produite par le rayonnement accompagnant la déshydratation du sulfate de quinine n'est pas due à un rayonnement électromagnétique très absorbable, tout au moins pour la plus grande part. La facilité avec laquelle on a pu dévier le rayonnement montre qu'il ne peut s'agir de gros ions, fait qui avait été déjà signalé par de Broglie et Brizard [1] et qui différencie cette émission de celle provenant de l'oxydation du phosphore (E. Bloch).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la structure du pentachlorure de phosphore et de la phosphopentamide* $P(NH^2)^5$. Note de MM. **Henri Moureu** et **Paul Rocquet**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'atome de phosphore, trivalent dans son état normal, présente, lorsqu'il acquiert la valence 5, certaines particularités qui se manifestent très nettement chez l'un de ses composés les plus courants, le pentachlorure PCl^5.

---

(1) *Comptes rendus*, 152, 1911, p. 855.

Structures proposées. — On observe le plus souvent chez ce composé que 2^{at} de chlore jouissent d'une réactivité particulière qui se traduit, par exemple, par la dissociation en chlore et trichlorure PCl^3 sous l'influence de la chaleur, ou par la formation d'oxychlorure $POCl^3$ sous l'action ménagée de l'eau. Pour interpréter de tels résultats, on peut utiliser les liaisons monoélectroniques (semi-valences de Swarts, de J. Perrin). On aboutit ainsi à une structure (I) respectant la règle des octets, dans laquelle 3^{at} de chlore sont fortement unis au noyau du phosphore par des doublets d'électrons, tandis que les deux autres seraient faiblement liés par des singlets [1]

```
        ..                      ..
       :Cl:                    :Cl:
        ..                      ..
  ..          ...         ..          ..
 :Cl:   P   •Cl:    ⇌    :Cl:   P   :Cl:
  ..          ..          ..          ..
  ..     •                 ..    ..
 :Cl:  :Cl:              :Cl:  :Cl:
  ..    ...                ..    ..
     (I).                     (II).
```

Mais cette structure, bien qu'elle s'accorde avec les données du parachor [2], se heurte à de graves objections : elle laisse prévoir, en effet, que le pentachlorure, présentant des électrons célibataires, doit être un corps paramagnétique, alors qu'il est diamagnétique en solution [3] comme à l'état solide. Ajoutons que le chlorure PCl^5 présente une conductibilité extrêmement faible et un moment électrique nul [4], ce qui paraît écarter la formule ionique $PCl^{4+}Cl^-$ qui a été également envisagée.

La seule structure compatible avec l'ensemble des propriétés physiques précédemment énoncées exige alors que l'atome de phosphore s'entoure d'une couche de 10 électrons qui le relient aux atomes de chlore par 5 doublets de liaison homéopolaire (II).

Il ne nous semble toutefois pas impossible que la forme (I) puisse exister elle aussi comme terme transitoire. Si à l'état solide le pentachlorure paraît bien présenter la structure symétrique décaélectronique (II), on est en droit de supposer qu'en phase homogène (état fondu, gazeux, dissous) il puisse apparaître une quantité, si faible soit-elle, de la forme réactive (I),

---

(1) PRIDEAUX, *Chem. and Ind.*, 42, 1923, p. 672.

(2) SUGDEN, *J. Chem. Soc.*, 1927, p. 1173.

(3) KIYOSHI KIDO, *Chem. Cent.*, 1, 1933, p. 2061.

(4) VOIGT et BILTZ, *Z. anorg. Ch.*, 133, 1924, p. 277; SIMONS et JESSOP, *J. Am. Chem. Soc.*, 53, 1931, p. 1263.

en équilibre avec la forme (II); les propriétés physiques manifestées seront celles de cette dernière; par contre, toute modification du système qui agira sur la forme (I) déplacera l'équilibre en faveur de celle-ci et tout se passera apparemment comme si le composé PCl^5 répondait à la structure (I). Cette manière de voir permet de rendre compte d'une façon simple de quelques propriétés chimiques caractéristiques telles que la dissociation, la formation d'oxychlorure $POCl^3$, sans que l'accord soit rompu avec les données qui militent en faveur de la structure décaélectronique. En un mot, on peut se représenter le composé PCl^5 comme doué de propriétés rappelant la tautomérie, celle-ci se traduisant ici par le simple déplacement d'un électron entre une liaison à doublet et une liaison à singlet.

La phosphopentamide $P(NH^2)^5$. — A l'appui de la conception précédente nous apportons nos propres expériences sur le chlorure PCl^5 (1). Rappelons qu'à basse température, un excès d'ammoniac liquide conduit à la phosphopentamide $P(NH^2)^5$. Le remplacement des cinq atomes de chlore par cinq radicaux NH^2 ne modifiant pas l'édifice électronique, ce qui a été dit du chlorure PCl^5 doit d'appliquer à l'amidure $P(NH^2)^5$. Or on observe effectivement qu'à 0°, sous une pression inférieure à 300^{mm} de mercure, deux atomes d'azote se détachent du noyau du phosphore, à l'état d'ammoniac, en conduisant aux composés $(PN^3H^4)^n$, stables à la température ordinaire. La transformation est ici complète par suite de la polymérisation irréversible qui se produit simultanément; mais tout se passe en définitive comme si l'amidure $P(NH^2)^5$ se transformait en passant par l'intermédiaire d'une forme instable du type (I).

Il est intéressant d'observer également que l'existence du composé monomère PN^3H^4 (III) issu de l'amidure $P(NH^2)^5$ ne peut être qu'éphémère

```
   H   H
  .. .. ..          .. .. ..          .. .. ..
H:N:P:N:H         :Cl:P:Cl:         H:O:P:O:H
  .. .. ..          .. .. ..          .. .. ..
    :N:               :N:               :N:
   (III).            (IV).              (V).
```

L'édifice électronique d'un tel composé étant incomplet, l'enchaînement avec des molécules voisines tendra à se produire entre atomes d'azote et de phosphore avec création de doubles liaisons semi-polaires. Un composé répondant à la composition PN^3H^4 ne peut donc exister qu'à l'état polymé-

(1) H. Moureu et P. Rocquet, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1407.

risé; il en est de même de composés possédant cette même architecture électronique tels que les bichloronitrures de phosphore $PNCl^2$(IV), les acides métaphosphimiques $PN(OH)^2$(V), ce que l'expérience confirme.

Les idées qui viennent d'être exposées ne doivent toutefois pas nous faire perdre de vue que la structure décaélectronique est peut-être capable d'expliquer à elle seule l'ensemble des faits observés chez les composés du type PR^5. Chez de telles substances, l'atome de phosphore pentavalent se trouve en effet dans un état excité $3s^1 3p^3 3d^1$; il est donc possible que de faibles variations d'énergie ou l'introduction d'un réactif convenable suffisent à ramener l'atome de phosphore à son état normal $3s^2 3p^3$, qui permet dans bien des cas, avec l'aide des liaisons semi-polaires, de rendre compte de la pentavalence de cet élément.

CHIMIE ORGANIQUE. — *La réaction du chlorure de thionyle avec les acides m- et p-aminobenzoïques*. Note de MM. **Pierre Carré** et **David Libermann**, présentée par M. Georges Urbain.

La réaction du chlorure de thionyle avec l'acide *m*-aminobenzoïque, en proportions équimoléculaires, dans le benzène, fournit, à côté d'acide non transformé et de son chlorhydrate, une substance insoluble dans les acides qui a été considérée par Michaelis et Storbeck (¹) comme l'anhydride d'acide correspondant $(NH^2C^6H^4CO)^2O$.

D'autre part Mc Master et Ahmann (²), en traitant les acides *m*- et *p*-aminobenzoïques par un excès de chlorure de thionyle bouillant (3 heures) affirment avoir obtenu les chlorures d'acides *m*- et *p*-aminobenzoïques.

Le chlorure de l'acide *m*-aminobenzoïque $C^6H^4(NH^2)_3(COCl)_1$, serait d'après eux, un produit fondant à 42° et distillant à 125° sous 15mm sans décomposition; le chlorure de l'acide *p*-aminobenzoïque serait un produit fondant à 31° et distillant à 120° sous 12mm.

Ces résultats sont en désaccord avec la réaction du chlorure de thionyle sur les amines aromatiques qui donne généralement les dérivés thionylés correspondants $ArN=S=O$, et aussi avec l'étude récente faite par Anschutz et Delyjski (³) de la réaction du chlorure de thionyle sur l'acide

(¹) *Ann. Chem.*, 274, 1893, p. 247.
(²) *J. Am. chem. Soc.*, 50, 1928, p. 145.
(³) *Ann. Chem.*, 493, 1932, p. 241.

anthranilique, réaction qui donne le chlorure d'acide thionylé

$$C^6H^4(COCl)_1(N=S=O)_2.$$

Nous nous sommes proposés d'éclaircir ces contradictions. Nous avons trouvé que le produit obtenu par Michaelis et Storbeck est en réalité la *m*-diamide de l'acide *m*-amino-benzoïque $C^6H^4\langle{}^{CO-NH}_{NH-CO}\rangle C^6H^4$, déjà obtenue par Piutti ([1]) en chauffant à 200° l'anilide *m*-aminobenzoïque avec l'aniline, et que la réaction d'un excès de chlorure de thionyle sur les acides *m*- et *p*-aminobenzoïques fournit en réalité les chlorures d'acides thionylés correspondants ainsi que cela se produit avec l'acide anthranilique. Il nous a été impossible d'obtenir les chlorures d'acides décrits par Mc Master et Ahmann.

Lorsqu'on traite l'acide *m*-aminobenzoïque par une quantité équimoléculaire de chlorure de thionyle, dans le benzène. dans les conditions indiquées par Michaelis et Storbeck, il se forme principalement la diamide correspondante mélangée de son polymère; par extraction de la partie insoluble dans le benzène au moyen de l'alcool, on sépare la diamide *m*-aminobenzoïque, fusible à 225°; déjà décrite par Piutti. L'erreur de Michaelis est explicable, car la diamide $C^{14}H^{10}O^2N^2$, et l'anhydride $C^{14}H^{12}O^3N^2$, ont des teneurs en hydrogène assez voisines, et la diamide polymérisée brûle très difficilement. De plus, la diamide régénère aussi l'acide *m*-aminobenzoïque par hydrolyse alcaline.

Si l'on chauffe, 2 heures à l'ébullition, 1^{mol} d'acide *m*-aminobenzoïque avec 6^{mol} de chlorure de thionyle, on constate que la perte de poids du mélange correspond exactement à 3^{mol} d'acide chlorhydrique et 1^{mol} de gaz sulfureux; après avoir éliminé dans le vide l'excès de chlorure de thionyle, on obtient une huile dont la quantité correspond à 1^{mol} de chlorure d'acide thionylé $C^6H^4(COCl)_1(N=S=O)_3$; cette huile n'a pu être distillée dans le vide sans décomposition, mais sa constitution a été démontrée par l'action de l'eau et par l'action de l'alcool absolu. La décomposition par l'eau de ce chlorure d'acide thionylé donne de l'acide chlorhydrique et du gaz sulfureux, l'acide *m*-aminobenzoïque se retrouve en majeure partie sous la forme de la diamide fusible à 225°; mélangée de son polymère. Par l'action de l'alcool absolu sur le chlorure d'acide thionylé on obtient une petite quantité du *m*-thionylaminobenzoate d'éthyle $C^6H^4(CO^2C^2H^5)_1(N=S=O)_3$, distillant à 183-185° sous 45^{mm}, et qui a déjà été préparé par Michaelis et Storbeck en traitant le *m*-aminobenzoate d'éthyle par le chlorure de thionyle; ici encore il se forme principalement la diamide fusible à 225°; mélangée de son polymère, ce qui indique que la réaction principale du chlorure

---

([1]) *Gazz. Chim. Ital.* **13**, 1883, p. 340; *Ber. dtsch. chem. Ges.*, **16**, 1883, p. 1321.

d'acide thionylé avec l'alcool a lieu suivant

$$2C^6H^4(COCl)(N=S=O)+4C^2H^5OH$$
$$= C^6H^4\left\langle\begin{matrix}NH-CO\\CO-NH\end{matrix}\right\rangle C^6H^4+2SO(OC^2H^5)^2+2ClH;$$

on trouve aussi, en effet, du sulfite neutre d'éthyle parmi les produits de la réaction.

L'acide *p*-aminobenzoïque se comporte, avec un excès de chlorure de thionyle, de manière analogue à son isomère méta. Il se forme le chlorure d'acide *p*-thionylaminobenzoïque $C^6H^4(COCl)_1(N=S=O)_4$, qui a pu être en partie distillé vers 147-150° sous 27^{mm}, avec une forte décomposition; par l'action de l'eau, il donne de l'acide chlorhydrique et du gaz sulfureux, et une substance blanche fusible à 325°, difficile à purifier en raison de sa faible solubilité, et dont la composition est voisine de celle de la diamide *p*-aminobenzoïque $C^{14}H^{10}O^2N^2$; cette substance régénère l'acide *p*-aminobenzoïque par hydrolyse alcaline.

En résumé, la réaction du chlorure de thionyle sur les acides *m*- et *p*-aminobenzoïque ne se passe pas comme il a été indiqué par Michaelis et Storbeck et par Mac Master et Ahmann. Avec un excès suffisant de chlorure de thionyle, elle fournit, comme dans le cas de l'acide anthranilique, les chlorures d'acides *m*- et *p*-thionylés correspondants

$$C^6H^4(COCl)(N=S=O);$$

la décomposition par l'eau de ces chlorures d'acides thionylés ne régénère pas ou peu les acides aminés, mais donne principalement les diamides $C^{14}H^{10}O^2N^2$, mélangées de leurs polymères.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude du mécanisme de la monosulfonation du naphtalène*. Note [1] de M. **Robert Lantz**, présentée par M. Marcel Delépine.

La sulfonation des substances aromatiques constitue un phénomène tout à fait général et de grande importance technique, mais sa théorie n'est pas encore fixée de façon certaine. En particulier, le phénomène de transposition des acides sulfoniques qui se produit souvent au cours de cette réaction est encore assez mystérieux. Il peut s'expliquer de la même

---

[1] Séance du 24 juin 1935.

façon que les transpositions constatées dans d'autres séries de corps de la chimie organique, soit par une migration directe du groupè mobile SO^3H, soit par l'intervention de deux réactions chimiques successives, produites par des substances existant dans le milieu, l'une conduisant à l'élimination du groupe mobile et l'autre à sa fixation ultérieure dans une autre position. Dans l'exemple particulier de la sulfonation du naphtalène où il se produit tout d'abord de l'acide α-naphtalènesulfonique qui se transforme ensuite en acide β-naphtalènesulfonique, cette deuxième explication consiste à admettre que, par l'action de l'eau contenue dans le milieu, l'acide α s'hydrolyse en donnant de l'acide sulfurique et du naphtalène, et que ce dernier se resulfone ensuite en acide β. On est ainsi conduit à faire la supposition certainement inexacte qu'il se forme des acides sulfoniques différents suivant que la sulfonation porte sur le naphtalène initial ou sur celui provenant de l'hydrolyse (1). Les deux théories ont eu cependant des défenseurs; Euwes les a même admises l'une et l'autre (2).

Ayant eu l'occasion, au cours d'une recherche industrielle, de nous occuper de la monosulfonation du naphtalène, il nous a donc paru intéressant, aux points de vue théorique et pratique, de chercher à en déterminer le mécanisme.

Nous avons tout d'abord pu démontrer qu'à 140° et en présence d'acides sulfuriques de concentrations comprises entre 55 pour 100 et 68 pour 100 de SO^4H^2 il se produisait, entre le naphtalène et ses acides sulfoniques, un équilibre qui peut être atteint en partant soit du naphtalène, soit d'un de ses acides sulfoniques comme l'acide β-naphtalènesulfonique. Cet équilibre qui résulte de l'action antagoniste de la sulfonation et des désulfonations dépend donc des vitesses de ces phénomènes. Nous avons trouvé que celles-ci augmentaient très vite en même temps que la concentration de l'acide, mais la vitesse de sulfonation plus rapidement que celles des désulfonations. Il en résulte que les quantités de naptalène existant à l'équilibre doivent décroître lorsque la concentration de l'acide croît. C'est ce que nous avons constaté. Nous avons aussi observé sur l'acide α-naphtalènesulfonique, comme l'avait fait Crafts (3) sur d'autres acides sulfoniques, que la vitesse

(1) Cette contradiction a été signalée par Witt (*Berichte d. chem. Ges.*, **48**, 1915, p. 745) et Bücherer (*Zeitsch. für. Farbenindustrie*, **20**, 1928, p. 24).

(2) *Recueil Travaux chim. des Pays-Bas,* **28**, 1909, p. 330.

(3) *Bull. Soc. Chim.*, **1**, (4e série), 1907, p. 926; *Berichte dtsch. chem. Ges.*, **34**, 1904, p. 1350.

de désulfonation était approximativement une fonction exponentielle de la concentration.

Nous avons ensuite cherché à vérifier si la transposition de l'acide se produisait bien par suite d'une hydrolyse suivie d'une sulfonation. Pour cela nous avons traité un échantillon d'α-naphtalène-sulfonate de sodium par un acide sulfurique qui, du fait de son titre (45,9 pour 100 de SO^4H^2), était incapable de produire la sulfonation du naphtalène à la température des expériences (140°); un autre échantillon du même produit était traité par un acide sulfurique (à 64,2 pour 100 de SO^4H^2) susceptible, au contraire, de sulfoner le naphtalène. Nous avons constaté que si, dans les deux essais, il y avait une formation abondante de naphtalène produit par hydrolyse, il n'y avait formation d'acide β que dans le deuxième essai, dans lequel la sulfonation du naphtalène pouvait se produire.

Il en résulte que cet acide sulfonique se produit presque certainement en même temps que son isomère α par le phénomène élémentaire de la sulfonation, mais en petite quantité. Nous avons vérifié cette conclusion par des expériences directes qui ont permis de constater le fait inattendu que la proportion des isomères formés par la sulfonation ne dépendait pas du titre de l'acide sulfurique utilisé, tout au moins dans les limites étudiées, entre 81,7 et 94,4 pour 100 de SO^4H^2. Cette proportion correspond à environ 89 pour 100 d'acide α pour 11 pour 100 d'acide β.

Il est alors facile de se représenter la marche de la transposition de l'acide α en acide β. L'hydrolyse très rapide du premier de ces produits donne du naphtalène, qui fournit ensuite un peu du second isomère par resulfonation. Celui-ci, une fois formé, ne disparaît que très lentement, étant difficilement hydrolysable; sa quantité augmente donc sans cesse au détriment de l'isomère α. La transformation ne s'arrête que lorsque les quantités des deux produits sont devenues telles que la proportion qui en disparaît par désulfonation est égale à celle qui se produit par le phénomène élémentaire de la sulfonation.

Il y a lieu de remarquer qu'Erdmann [1] a proposé il y a déjà longtemps une explication presque identique de la transposition des acides se formant dans la sulfonation de l'α-naphtylamine; mais cette explication ne paraît pas avoir beaucoup influencé les travaux ultérieurs.

Nos expériences montrent aussi que, contrairement aux conclusions d'Euwes, la vitesse de transposition croît avec la concentration de l'acide

(1) *Liebigs Ann.*, **275**, 1893, p. 197.

sulfurique utilisé. Ce fait est une conséquence nécessaire du mécanisme que nous venons de décrire, car les vitesses de désulfonation et de sulfonation croissent en même temps que cette variable [1].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des organomagnésiens sur les éthers méthylnaphtaléniques et phénanthréniques.* Note de MM. **Georges Darzens** et **André Lévy**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons donné des méthodes générales de synthèse permettant d'accéder facilement aux acides 1-méthyl-3-naphtaléniques [2] et 3-phénanthréniques [3], ainsi qu'à leurs dérivés tétrahydrogénés. En faisant agir sur les éthers de ces acides les dérivés organomagnésiens, il nous a été facile d'obtenir des alcools tertiaires donnant par déshydratation des carbures éthyléniques, puis par hydrogénation de nouveaux carbures alcoylés naphtaléniques et phénanthréniques ainsi que leurs dérivés tétrahydrogénés. La présente Note résume les résultats obtenus avec le bromure de méthylmagnésium. Ces réactions sont très aisées; elles conduisent à des corps nouveaux.

L'éther de l'acide méthyl-naphtalénique de formule I réagit avec le bromure de méthyl-magnésium, en solution éthérée pour donner l'alcool tertiaire II, liquide incolore très visqueux perdant une molécule d'eau dès 125° même sous un vide de 1^{mm} pour donner le carbure éthylénique III. Ce dernier distille à 154° sous 12^{mm}, son picrate fond à 81°-81°,5; il est relativement peu stable, il se polymérise en un carbure cristallisé à point de fusion élevé dont nous n'avons pas poursuivi l'étude.

Traité à froid, en solution dans l'alcool absolu par du sodium, il donne le 1-méthyl 3-isopropylnaphtalène (IV), carbure distillant à 150° sous 11^{mm}, dont le picrate fond à 84° et le styphinate à 119°.

(1) Au moment de rédiger cette Note nous avons eu connaissance des extraits (*Bull. Soc. Chim., Documentation* 1935, p. 254) de trois articles de Joffé concernant la monosulfonation du naphtalène. Ces résumés assez courts ne nous ont pas permis de comparer les résultats de l'auteur russe avec les nôtres.

(2) G. Darzens, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 748.

(3) G. Darzens et A. Lévy, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2187.

(I). → (II).

→ (III). → (IV).

L'éther méthyltétrahydronaphtaléinique (V) donne de même avec le bromure de méthylmagnésium l'alcool tertiaire (VI), liquide visqueux relativement stable distillant sans décomposition à 159°-161° sous 10^mm. Il se déshydrate seulement par l'action du bisulfate de potassium à 150° pour donner un carbure éthylénique, distillant à 139°-141° sous 15^mm, qui est sans doute un mélange, OH s'éliminant avec un atome d'hydrogène du noyau ou d'un groupe CH^3. Mais ce mélange s'hydrogène facilement par l'alcool bouillant et le sodium pour donner le 1-méthyl 3-isopropyltétrahydronaphtalène (VII). Celui-ci distille à 138°-139° sous 16^mm, déshydrogéné par S ou Se il donne le carbure (IV).

(V). → (VI).

→ (VII).

L'éther phénanthrénique (VIII), cristallisé et fondant à 123°, donne de même avec le bromure de méthyl-magnésium l'alcool tertiaire correspondant, également cristallisé, il fond à 115° en se déshydratant pour donner le carbure éthylénique liquide très visqueux qui bout à 192° sous 2^mm et se polymérise facilement. Traité à froid par le sodium et l'alcool

absolu, il donne le 1-méthyl-3-isopropylphénanthrène (IX) fondant à 79°, distillant à 18° sous 1^{mm},5; son picrate orangé fond à 150°, son styphnate jaune à 155°, sa quinone à 167-168°.

L'éther tétrahydrophénanthrénique (X) donne de même un alcool tertiaire stable distillant à 189° sous 2^{mm}. Déshydraté par $KHSO^4$, il donne un mélange de carbures éthyléniques liquide distillant à 210° sous 25^{mm}, ce dernier est hydrogéné en tétrahydro-1-méthyl-3-isopropylphénanthrène (XI) liquide distillant à 208° sous 23^{mm}, son picrate fond à 67°, son styphinate à 128°, déshydrogéné par S ou par Se, il donne le carbure (IX).

CO^2CH^3 ; CH^3 → $CH<(CH^3)_2$; CH^3

(VIII). (IX).

$CH-CO^2CH^3$; CH^2 ; CH^2 ; $CH-CH^3$ → $CH-CH<(CH^3)_2$; CH^2 ; CH^2 ; $CH-CH^3$

(X). (XI).

Il est à remarquer que le carbure (IV) est un isomère de l'endaline, et le carbure (IX) un isomère du rétène.

LITHOLOGIE. — *Les étapes du métamorphisme des émeris de Samos.* Note de M. **Jacques de Lapparent**.

J'ai montré que, par leur structure, leur composition minéralogique et leur mode de gisement, les émeris de Grèce s'identifient à d'anciennes bauxites (1). Celles-ci furent transformées par métamorphisme.

A Samos, où les émeris sont essentiellement *à diaspore*, les roches mettent

(1) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 75, et **198**, 1934, p. 760.

en évidence que la cristallisation du diaspore fut contemporaine d'une *shearing-stress* appliquée au matériel primitif. Les cristaux de diaspore des pisolites déformés et de la matrice de ceux-ci sont orientés dans le sens général de leur allongement qui correspond à la direction du petit indice et se trouve ainsi parfaitement reconnaissable dans les plaques minces. Le fait s'observe dans les pisolites de toutes natures : ceux qui sont principalement constitués par du diaspore plus ou moins chargé d'oxyde de fer et ceux qui unissent le diaspore et les corps argileux. La magnétite qui accompagne d'autre part le diaspore en quantité variable avec le type d'émeri est répartie en couches disposées suivant le sens de l'orientation du diaspore et de la déformation des pisolites.

A ce stade de métamorphisme *en tension*, succéda un stade *en détente*. Celui-ci est caractérisé par la formation d'un groupement minéral tout à fait particulier.

Il s'agit d'un spinelle ferro-alumineux et certainement en outre magnésien, épitaxiquement uni à une sorte de corindon présentant les caractères suivants : uniaxie négative, cristaux très nettement polychroïques en plaques minces dans les tons jaune clair (n_p) et jaune brun rougeâtre (n_g), de réfringence très élevée (de l'ordre de 1,78) et de biréfringence égale à 0,035. Des lames ayant ces caractères sont incluses dans la masse du cristal de spinelle : elles sont disposées parallèlement à la direction des faces de l'octaèdre, l'axe optique n_p étant perpendiculaire à celles-ci; elles se distinguent du spinelle par leur couleur, leur réfringence et leur biréfringence; elles se développent en outre extérieurement à l'octaèdre et réalisent des cristaux épais recouvrant les faces mêmes du spinelle.

Il en est du spinelle alumineux en question et du minéral qui lui est épitaxiquement associé comme il en est de la magnétite et de l'ilménite ou de la crichtonite régulièrement groupées et formant la titano-magnétite décrite par M. A. Lacroix [1]; et il y a lieu de rapprocher ce minéral brunâtre, fort réfringent et biréfringent, d'une sorte de corindon ilménifère.

J'ai retrouvé ce corindon ilménifère, en menus cristaux libres de toute épitaxie, dans l'émeri de Chester (Massachusetts). Selon toute vraisemblance, il s'agit du corps que Jackson, qui le premier donna la composition minéralogique de cet émeri, supposait être un ferro-aluminate [2]. On

---

[1] *Minéralogie de la France*, 4, 1923, p. 316.

[2] *Comptes rendus*, 60, 1865, p. 421; *Am. Journ. Sc.*, 39, 1865, p. 87; Hintze, *Handbuch der Mineralogie*, 1, 1906, p. 1776.

détermine très bien la forme en isocéloèdre assez aigu des cristaux qui possèdent des propriétés optiques identiques à celles du minéral brun de Samos; mais les cristaux de Chester sont en outre chargés de très minces petites lamelles d'ilménite disposées parallèlement au plan (0001) et toutes orientées de même.

L'émeri de Chester est d'autre part essentiellement « à corindon » (incolore et bleu saphir) et l'on constate que le minéral est plus réfringent que ce dernier. Il s'agit d'ailleurs de cristaux bien indépendants et développés chacun pour son seul compte; il n'y a pas mélange dans un seul cristal de corindon incolore et bleu saphir et du minéral brun. Il est bien certain que ce dernier est une espèce minérale différente du corindon. On lui doit un nom. A cause de son gisement à Samos, je le nommerai *Taosite;* voulant rappeler par là l'emblème de Héra (Junon) dont le culte fut jadis introduit dans l'île par l'ionien Proclès.

Le spinelle et la taosite de Samos, régulièrement associés, se sont formés après le diaspore et ont tiré leur alumine de la matière de ce dernier. On voit en inclusion dans le spinelle et dans la taosite des cristaux de diaspore plus ou moins abondants montrant encore leur orientation dans le sens de la *shearing-stress* primitive. Mais parfois, dans les cristaux de spinelle où il y a très peu ou pas de taosite, celle-ci étant localisée sur les faces de l'octaèdre, on constate que toute l'alumine du diaspore fut digérée et qu'il ne reste en inclusion dans le spinelle qu'une poussière de petits cristaux de rutile, et cela montre bien que le titane est un élément essentiel de la taosite.

Certains des édifices complexes de spinelle et de taosite nous ont d'autre part montré que du mica blanc leur est associé; des lamelles de celui-ci s'intercalant entre le spinelle central et la taosite enrobante. Par ce que nous savons de la sensibilité à la *stress* des minéraux phylliteux, ce mica témoigne du manque de tension lors de la cristallisation du spinelle et de la taosite et par conséquent du règne de la détente à ce moment.

La chloritoïde est un autre minéral essentiel des émeris de Samos. On peut constater que la position de ses cristaux est quelconque relativement au sens de la *shearing-stress*. Mais cette constatation n'implique rien quant à l'époque de la formation du minéral, étant donné l'ignorance dans laquelle nous nous trouvons de la structure du chloritoïde et de ses réactions à la *stress*.

Quant à la bauxite dont provient l'émeri, nous sommes actuellement impuissants à pouvoir préciser si elle fut primitivement *à boehmite*, ou

bien si elle n'avait pas encore individualisé ses hydroxydes d'aluminium, ou bien encore si le diaspore n'avait pas commencé à cristalliser dans certains pisolites quand elle fut atteinte par la *stress*. Nous pouvons seulement affirmer que le concrétionnement pisolitique était accompli et que, tout au plus, une partie de l'alumine était sous forme de diaspore.

ZOOLOGIE. — *Aperçu sur les modifications subies par le squelette, avant la mue, chez les Crustacés décapodes.* Note de M. **Pierre Drach**, présentée par M. Maurice Caullery.

Max Braun, en 1875, a observé qu'une partie de la carapace de l'Écrevisse était résorbée avant la mue, le calcaire résorbé sert à édifier les gastrolithes, qui constituent une réserve utilisée pour la formation du nouveau squelette. Herrick (1896) montre la décalcification du squelette du Homard suivant des lignes déterminées; par ces lignes de moindre résistance se fait la rupture de la vieille carapace, lors de la mue. Pearson (1908) donne une topographie précise des lignes de décalcification chez *Cancer pagurus*. La résorption de la carapace suivant des lignes de déhiscence n'est qu'une accentuation localisée d'un phénomène beaucoup plus général, qui intéresse tout le squelette. C'est ce phénomène dont nous abordons l'étude quantitative et dont nous essaierons de préciser la signification chimique. Nous nous sommes adressé aux Brachyoures et spécialement aux deux espèces les plus communes *Carcinus mænas* Linné, *Cancer pagurus* Linné.

I. Pour avoir une idée de la grandeur du phénomène, il suffirait de comparer les poids secs d'exuvies et de squelettes normaux de même taille; mais il est à peu près impossible d'isoler le squelette d'un Crabe, en raison de la multiplicité des appendices et dissépiments qui sont engagés profondément dans le corps de l'animal. Nous avons tourné cette difficulté en comparant, dans les exuvies et les squelettes normaux, les poids secs de parties homologues; nous avons pris pour cela la partie dorsale et les bords latéraux de la carapace céphalothoracique; cet ensemble se prélève en effet très facilement et peut-être isolé complètement des tissus sous-jacents. C'est à cette partie restreinte que se rapportent les chiffres ultérieurs.

Si les poids d'exuvies de mêmes dimensions ne présentent entre eux que de légers écarts, il n'en est pas de même pour les carapaces prélevées sur les animaux; celles-ci présentent de grandes variations de poids, correspondant aux diverses étapes auxquelles peuvent se trouver les animaux entre deux

mues. Aussi faudra-t-il s'adresser à des individus suffisamment éloignés de leur dernière mue et aussi voisins que possible de leur calcification maxima (un bon critérium est la présence de pigments colorés sur la chitine souple des articulations). Même dans ces conditions, il y aura toujours une certaine fluctuation dans le poids des carapaces de mêmes dimensions (impossibilité de définir une étape avec précision dans l'intermue). Aussi, le plus souvent, avons-nous comparé les poids moyens de lots d'exuvies et de lots de carapaces normales de mêmes dimensions (dimensions égales à 1^{mm} près). Chez *Carcinus mænas*, nous avons constitué une quinzaine de classes; la différence de poids secs entre exuvie et carapace normales ou taux de résorption, évalué en pour 100 du poids de la carapace normale a été trouvé compris entre 17 et 26 pour 100. Le taux de résorption moyen est 22 pour 100. Chez *Cancer pagurus*, nous avons constitué six groupes; les taux de résorption trouvés s'étagent de 17 à 23 pour 100; le taux moyen est 20 pour 100.

Donc, en gros, avant la mue, un cinquième de la carapace est résorbé, tant chez *Carcinus mænas* que chez *Cancer pagurus*.

II. L'étude chimique du phénomène est une partie du problème de l'évolution de la carapace entre deux mues. Nous nous bornerons à envisager ici le taux de résorption des substances minérales d'une part et des substances organiques d'autre part. Les résultats que nous donnons concernent exclusivement l'espèce *Cancer pagurus*.

Les carapaces et les exuvies, desséchées à 100°, sont réduites en poudre; sur une prise d'essai, on dose le CO^2 par la méthode calcimétrique; nous avons fait deux déterminations pour une même carapace et pris leur moyenne. Une autre prise d'essai est calcinée au four électrique (800°); la calcination fait disparaître les substances organiques et le CO^2 des carbonates; de la perte de poids subie, nous pouvons donc déduire la teneur en substances organiques, connaissant la quantité de CO^2 par le dosage calcimétrique.

Les analyses ont porté sur une douzaine de carapaces. Les teneurs en substances organiques variaient de 21 à 27 pour 100 pour les carapaces normales, de 9 à 14 pour 100 pour les exuvies. On peut prendre comme chiffre moyen le taux de 22 à 23 pour 100 pour les premières, celui de 12 pour 100 pour les secondes. La teneur en matières organiques est donc presque deux fois plus faible dans les exuvies que dans les carapaces normales. Ceci est à rapprocher des observations histologiques de Yonge (1932) qui a constaté, à l'approche de la mue, une dislocation des couches de chitine.

Connaissant le taux de résorption global de la carapace (20 pour 100), ces chiffres nous permettent de calculer les taux de résorption partielle des substances organiques et des substances minérales. Un carapace de *Cancer pagurus* pesant 1^g, contenant par conséquent 220^{mg} de substance organique et 780^{mg} de sels minéraux, donne une exuvie de 800^{mg} contenant 12 pour 100, soit 96^{mg} de matières organiques et 704^{mg} de sels minéraux. La perte en substance organique (124^{mg}) représente 56 pour 100 de la substance organique de la carapace, alors que la perte en substance minérale (76^{mg}) représente à peine 10 pour 100 de la substance minérale totale.

Ceci montre que, si la matière organique enlevée à la carapace et mise en réserve lors de la mue constitue un apport important pour l'édification du nouveau squelette, il n'en est pas de même pour les sels calcaires résorbés; ils ne représentent que 5 pour 100 des sels de la future carapace; le poids de celle-ci, une fois achevée, est, en effet, de l'ordre du double de la précédente; les 95 pour 100 de ces éléments minéraux proviendront par conséquent, d'un apport extérieur.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action des métaux à distance sur les graines en germination.* Note [1] de M. **Georges A. Nadson** et Mme **Catherine Stern**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Nous avons démontré précédemment que les disques métalliques minces agissant à distance (2^{mm} à 3^{mm}) à travers une couche d'air déprimaient le développement des microbes ainsi que la germination des graines. Voici les résultats de nos nouvelles expériences relatives à l'action de toute une série de métaux sur les graines de Moutarde blanche au début de la germination. Les expériences avaient lieu dans l'obscurité; la durée de l'action du métal était de 3 jours. Voici le pourcentage de la longueur des plantules, le témoin (disque en papier) étant égal à 100 pour 100; moyenne de 10 séries d'expériences : Al (13) — 92,9 pour 100, Fe (26) — 81,0 pour 100, Cu (29) — 74,1 pour 100, Sn (50) — 61,6 pour 100, Pt (78) — 46,7 pour 100, Au (79) — 40,6 pour 100, Pb (82) — 29,6 pour 100. Donc, l'action déprimante des métaux à distance est d'autant plus forte (— les plantules sont d'autant plus courtes) que le numéro atomique du métal est plus élevé.

---

(1) Séance du 1er juillet 1935.

L'action biologique des disques métalliques dépend à un degré relativement faible de leur épaisseur, tandis que les dimensions de leur surface y jouent un rôle fort important. Ainsi, avec une surface de 180^{cm^2}, l'action se faisait encore sentir à une distance de 35^{mm}, alors qu'avec de petits disques elle avait déjà disparu presqu'entièrement à une distance de 5^{mm}. Dans nos articles précédents nous avons formulé, en qualité d'hypothèse de travail, l'explication suivante du mécanisme de l'action des métaux à distance. Sous l'influence de la radioactivité du milieu ambiant (air, sol, etc.), les métaux émettent des rayons secondaires (principalement des β-électrons) qui, en agissant sur l'organisme, retardent le développement de celui-ci ou même le tuent. Cette hypothèse semble trouver une confirmation dans le rapport bien évident entre l'effet biologique des métaux et le degré de la radioactivité du milieu ambiant. Les chiffres ci-dessus ont été établis au cours de nos expériences exécutées dans un Institut de roentgenologie et de radiologie, où l'on travaille beaucoup avec le radium et où, par conséquent, la radioactivité de l'air est élevée.

Dans les expériences parallèles entreprises loin de cet Institut dans un appartement privé, nous avons obtenu un effet considérablement plus faible. Voici le pourcentage de la longueur des plantules (moyenne de cinq séries d'expériences) : témoin, 100 pour 100; Al, 98,6 pour 100; Au, 71,5 pour 100; Pb, 47,9 pour 100. Il est évident que la radioactivité du milieu ambiant étant très faible, l'effet sera encore plus affaibli et même, en certains cas, presque totalement imperceptible. En ce cas-là pour constater l'action biologique des métaux à distance, il y a lieu d'avoir recours à l'élévation artificielle de la radioactivité du milieu ambiant. Nous y parvenions en plaçant les boîtes de Petri contenant les organismes à éprouver sous une cloche en verre; à côté de ces boîtes, nous y écrasions dans de l'eau versée, dans une petite boîte, un capillaire en verre contenant du radon. Voici les résultats des expériences. Capacité de la cloche en verre 3800^{cm^3}; quantité de radon introduit $18^{m^3},6$; durée de l'expérience 4 jours dans l'obscurité; distance entre les graines et le disque métallique $3\text{-}4^{mm}$. Nous indiquons le pourcentage de la longueur des plantules. Hors de la cloche : témoin, 100 pour 100; Al, 96,8 pour 100; Pt, 71,7 pour 100; Au, 57,7 pour 100; Pb, 49,3 pour 100. Sous la cloche : radon seul (sans disque métallique), 60,9 pour 100; Al, 59,5 pour 100; Pt, 36,3 pour 100; Au, 28,7 pour 100; Pb, 18,6 pour 100. Pourcentage de la longueur des racines (la racine est la partie de la plantule la plus radiosensible). Hors de la cloche : témoin, 100 pour 100; Al, 99,0 pour 100; Pt, 62,8 pour 100; Au,

51,2 pour 100; Pb, 40,5 pour 100. Sous la cloche : Ra, 49,2 pour 100; Al, 52,6 pour 100; Pt, 28,7 pour 100; Au, 14,1 pour 100; Pb, 14,9 pour 100. On voit clairement à quel point l'effet biologique des métaux s'est accru à la suite de l'élévation de la radioactivité de l'air ambiant.

Un Mémoire détaillé paraîtra dans un autre Recueil.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les différences de sensibilité des récepteurs tissulaires envers la folliculine, à divers stades embryonnaires.* Note de Mme **Véra Dantchakoff**, présentée par M. Maurice Caullery.

On a essayé plusieurs fois d'obtenir, chez l'embryon de poulet, une transmutation sexuelle, en greffant des gonades hétérologues sur la membrane chorio-allantoïdienne d'un embryon. Minoura, en 1921, annonça des résultats positifs d'interaction entre les gonades greffées et celles de l'hôte. Ces résultats furent bientôt démentis par Greenwood, Kemp et Willier. Cependant le problème de la transmutabilité des gonades chez l'Oiseau n'a pas été considéré comme un chapitre clos, et Goldschmidt, dans son livre sur l'Intersexualité, indique plusieurs fois que le dernier mot sur cette question appartient à l'avenir.

Des indications précises d'influences hormonales typiques existent chez l'embryon. Ne voyons-nous pas un effet inhibiteur sur le rudiment gonadique droit de l'embryon génétiquement ♀, exercé à distance par sa gonade gauche, plus particulièrement par son cortex en voie de développement, effet qui subsiste même après stérilisation de l'embryon (Dantchakoff, 1932). Cet effet inhibiteur témoigne de l'existence de vraies hormones chez l'embryon. Il s'agissait donc de les mettre à l'épreuve en les appliquant à un stade très jeune. Le sac allantoïdien d'un embryon de 4 jours d'incubation est un endroit approprié pour mettre efficacement en évidence les propriétés morphogènes de la vraie hormone (1).

Une démonstration complète de l'*acquisition rapide d'une résistance contre l'action d'une hormone hétérologue par les récepteurs tissulaires* est fournie par les effets de l'application de la folliculine à différents stades du développement. L'introduction de la folliculine dans la cavité du sac allantoïdien d'un embryon de 10 jours a un effet extrêmement faible sur ses

(1) V. Dantchakoff, *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1983; *C. R. Soc. Biol.*, **119**, 1935 (sous presse).

ébauches testiculaires. Quelques épaississements locaux dans l'épithélium cœlomique, de rares invaginations dans la profondeur, par-ci par-là quelques cellules germinales, qui obstinément gardent leur emplacement parmi les cellules de l'épithélium cœlomique, sont les seuls indices de la propriété formidable que cette même folliculine possède envers une ébauche testiculaire de 4 jours. Introduite dans l'organisme d'embryons à 6, 7 et 8 jours d'incubation, la folliculine donne des effets intermédiaires, en provoquant une transmutation sexuelle, mais toujours de moins en moins prononcée, parallèlement à l'âge de l'embryon. Enfin l'application de la folliculine à un stade plus jeune que 4 jours donne des résultats d'inversion tout à fait remarquables, si l'embryon survit. C'est précisément la grande mortalité obtenue à la suite de l'introduction de la folliculine pendant les deux premiers jours qui m'a empêchée d'annoncer les résultats d'expériences de cet ordre faites, il y a deux ans, avec la collaboration de Georges Tournon, à l'Institut du Radium.

L'inversion sexuelle de l'ébauche testiculaire, à la suite de l'action de la folliculine, étant d'une certitude absolue, je ne serais pas étonnée de la voir devenir un test pour l'efficacité et la présence de la folliculine dans un produit ou extrait, et le petit sac allantoïdien, avec sa cavité facilement accessible, devenir un endroit de prédilection pour faire agir différentes substances, dont on voudrait mettre à l'épreuve les propriétés morphogènes, la Prolan A et B par exemple.

Au stade de 4 jours, moment où le sac allantoïdien permet l'introduction d'une petite goutte d'huile, la folliculine trouve, dans le sexe mâle, des récepteurs tissulaires sensibles. Ces récepteurs se comportent différemment à différents stades. Déjà, dans une jeune ébauche testiculaire, l'inversion est toujours plus complète dans sa partie caudale; la structure de l'organe y devient absolument identique à celle d'un ovaire normal; non seulement un beau cortex est réalisé, et un système de lacunes formé, mais les cordons cellulaires de la partie profonde de l'organe sont eux-mêmes transformés en des groupes de cellules claires, aréolaires, caractéristiques des cellules *interstitielles* de l'ovaire! Or, dans les parties antérieures de ce même organe transmuté, même en présence d'un cortex réalisé, il n'est pas difficile de reconnaître quelques traces du sexe génétique mâle de l'embryon.

Un curieux parallélisme s'observe entre les phénomènes d'intersexualité génétiques décrits par Goldschmidt pour la *Lymantria* et les effets obtenus chez le poulet par l'introduction de la folliculine à différents stades. Les

différents *Drehpunkte* de Goldschmidt correspondent exactement aux effets de l'introduction plus ou moins précoce de l'hormone dans l'organisme de l'embryon.

Dans notre interprétation des effets si différents de la folliculine sur une ébauche testiculaire à différents stades, il est important de ne pas oublier que l'ébauche testiculaire présente, à différents stades, à la folliculine, des points d'attaque bien différents. Jusqu'à 4-5 jours, la folliculine trouve dans l'ébauche testiculaire la cellule germinale, encore logée dans l'épithélium cœlomique. Elle ne fait que stimuler les corrélations germino-somatiques, caractéristiques du sexe femelle. Plus tard, la cellule germinale, à déterminisme mâle, émigre dans l'ébauche testiculaire, en vertu d'un tropisme impliqué par son déterminisme génétique, dans la profondeur de l'organe. Et la folliculine, introduite dans un embryon mâle à des stades plus avancés, agit sur une ébauche, où la cellule germinale a quitté l'épithélium cœlomique et a effectué des corrélations avec le tissu médulaire, caractéristiques du sexe mâle. La folliculine se montre encore capable d'inciter quelques proliférations dans l'épithélium cœlomique, même à 10 jours d'incubation, mais elle n'est pas capable d'amener la cellule germinale mâle à rompre les corrélations, conformes à sa constitution génétique et déjà établies avec le tissu médullaire. Pas plus que le provyron (hormone mâle) ne s'est montré capable, dans le sexe femelle, de faire rompre à la cellule germinale femelle ses corrélations avec l'épithélium cœlomique, corrélations conformes à sa constitution génétique et réalisées dès l'abord.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action des Ondes courtes sur les sérums antivenimeux ainsi que sur leurs mélanges neutres avec les venins correspondants.* Note de Mme **Marie Phisalix** et de M. **Félix Pasteur**, présentée par M. Louis Bouvier.

Nous avons précédemment montré que, dans l'action des ondes courtes (d'une longueur de 20^{m}) sur les venins vaccinants de Vipère, de Cobra, de Batraciens, d'Abeilles, ce sont les antigènes qui disparaissent les premiers, après 30 minutes d'exposition entre les électrodes distantes de 15^{cm} et que, de plus, des substances dont C. Phisalix a montré l'action exclusivement protectrice, comme la bile et la cholestérine, perdent aussi leur action dans les mêmes conditions.

Il nous restait à voir ce que deviennent les antigènes des sérums antivenimeux, de préparation employés seuls ou en mélanges neutres avec des solutions de leurs venins correspondants, car nous avons montré déjà que les sérums des animaux venimeux perdent leur antigènes.

Nous avons suivi la même technique et employé le même appareillage que nous avons détaillé dans notre Note précédente (1).

Dans deux séries préliminaires d'expériences, nous avons constaté qu'il ne se produit aucune modification appréciable après 30 minutes d'exposition; qu'après 45 minutes, il s'ébauche déjà une distinction entre les effets sur le sérum antivipère et le sérum anticobra; et qu'il faut 60 minutes d'exposition pour que les résultats prennent de la netteté. Nous avons vu aussi que cette netteté est plus grande quand on dilue le sérum que lorsqu'on l'emploie pur.

Nous avons donc adopté pour le temps d'exposition 60 minutes, et pour la dilution, le quart du volume primitif du sérum, en lui ajoutant $0^{cm^3},25$ d'eau salée physiologique par chaque centimètre cube.

Voyons dans ces conditions quels sont les résultats obtenus, d'une part au point de vue des pouvoirs préventif et curatif des sérums, d'autre part en ce qui concerne leur action neutralisante *in vitro* sur les venins.

Pouvoir préventif; Expérience 1. — Deux souris adultes reçoivent chacune sous la peau $1^{cm^3},25$ de sérum antivipère; 1 heure après, les deux sujets reçoivent la dose mortelle de venin en une autre région, soit 1^{cm^3} d'une solution à 1 pour 10000 de venin; le premier sujet meurt en moins de 2 heures 30 minutes, le second en 55 minutes : le sérum antivipère, irradié pendant 60 minutes a donc perdu tout son pouvoir préventif.

La même expérience faite avec le sérum anticobra, irradié en même temps que le premier, montre que ce sérum n'a pas perdu son pouvoir protecteur contre la dose mortelle de venin de cobra, soit 1^{cm^3} d'une solution de venin à 1 pour 50000.

Pouvoir curatif; Expérience 2. — On observe les mêmes différences d'action lorsque les venins sont inoculés les premiers; en effet :

Deux souris recevant d'abord sous la peau 1^{cm^3} de solution à 1 pour 10000 de venin de Vipère, et, 55 minutes après, $1^{cm^3},25$ de sérum antivipère irradié, dose neutralisante, meurent toutes deux en moins de 2 heures avec les symptômes d'envenimation vipérique, alors que 2 autres sujets ayant reçu la dose mortelle de venin de Cobra, soit 1^{cm^3} de la solution à 1 pour 50000,

(1) Mme Phisalix et M. F. Pasteur, *Bull. Ac. Méd.*, 113, 1935, p. 467-472.

et, 55 minutes après, $1^{cm^3},25$ de sérum anticobra, ne manifestent aucun symptôme immédiat ou éloigné d'envenimation.

Pouvoir neutralisant in vitro; *Expérience* 3. — Aussitôt après leur irradiation, les mélanges neutres venin-sérum sont inoculés chacun à deux souris à la dose de $1^{cm^3},25$, renfermant la dose mortelle de venin :

Les souris ayant reçu le mélange Venin de Vipère + Sérum antivipère irradié *meurent* toutes en l'espace de 1 heure 15 minutes à 1 heure 20 minutes, c'est-à-dire *plus tôt que si elles avaient reçu le venin seul non irradié, et exactement dans le même temps que si elles avaient reçu la dose de venin irradié seul.*

Il est donc vraisemblable que dans le mélange neutre, les antigènes propres du venin, aussi bien que ceux du sérum, ont subi l'action destructrice des ondes.

D'autres part, les souris ayant reçu $1^{cm^3},25$ du mélange Venin de Cobra + Sérum anticobra n'ont manifesté aucun symptôme immédiat ou éloigné d'envenimation.

Les résultats de ces expériences sont nettement concordants : les ondes courtes détruisent avec une certaine vitesse élective d'abord les antigènes des venins et des antivenins exposés seuls ou en mélanges neutres.

En l'espace d'une heure le sérum antivipère seul ou en mélange neutre a perdu ainsi que le venin correspondant, la totalité de ses antigènes, alors que le sérum anticobra en son mélange neutre avec le venin de Cobra n'ont encore rien perdu.

Ces résultats, joints à ceux que nous avons obtenus antérieurement avec les autres Radiations, et dont nous donnerons les détails en un prochain Mémoire, nous permettent de tirer, sur cette question d'ensemble les conclusions suivantes :

1° L'action des ondes courtes sur les venins et antivenins correspondants est comparable à celle des Rayons ultraviolets qui font aussi disparaître, d'abord les antigènes des uns et des autres, et rendent ainsi venins et sérums irradiés impropres à la vaccination et à la guérison de l'envenimation déclarée.

2° L'action des ondes courtes plus pénétrante et plus rapide que celle des autres radiations est d'autant plus marquée que la dilution des venins et des sérums est plus grande; mais elle est aussi une question d'espèce, car toutes conditions étant égales, la rapidité d'effet est différente : en l'espace d'une heure, le sérum antivipère seul ou en mélange neutre avec le venin

correspondant a perdu tout son pouvoir antivenimeux, alors que le sérum anticobra a intégralement conservé le sien.

3° De toutes les radiations que nous avons jusqu'à présent essayées : Rayons visibles, Rayons infrarouges, Rayons ultraviolets, Ondes courtes, ce sont ces dernières qui, par leur rapidité d'action, l'absence d'échauffement des solutions placées entre les électrodes, leur pouvoir bactéricide également rapide, et la mesure précise qui a pu être faite du flux agissant, se sont le mieux prêtées à l'analyse exacte des effets obtenus expérimentalement ou par ceux encore un peu occultes du seul vieillissement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Le transport des lipides dans l'organisme animal.* Note de MM. **Théophile Cahn** et **Jacques Houget**, présentée par M. Richard Fosse.

Les lipides amenés par l'alimentation sont, après absorption et passage par le canal thoracique, déversés dans la circulation générale et entreposés dans les tissus spécialisés : tissu cellulaire sous-cutané, mésentère, etc. Les dépôts sont presque exclusivement constitués par des triglycérides. Pour satisfaire aux besoins énergétiques les graisses de ces dépôts sont mobilisées et réparties aux différents tissus.

De nombreux physiologistes ont attribué un rôle important au foie dans le métabolisme des lipides et ont pensé que les acides gras y subissaient, avant leur répartition, un remaniement plus ou moins profond. Qu'il s'agisse de déposer les lipides dans les lieux de réserve ou de les amener aux tissus en vue de leur combustion, le transport s'effectue toujours par le sang et la composition de celui-ci doit porter la trace de ces différents phénomènes.

Les lipides existent dans le sang sous trois formes principales : graisses neutres, esters de cholestérine, phosphatides.

Nous avons effectué des analyses [1] de sang, de foie et de muscles de chiens et ceci au cours d'un travail musculaire intense, au cours d'hyperthermies, au cours du jeûne et au cours du diabète pancréatique. Les résultats obtenus permettent de penser que les trois états sous lesquels les acides gras existent dans le sang (graisses neutres, esters de cholestérine, phosphatides) correspondent aux trois types différents de transport des

---

[1] *Ann. Physiologie et Physicochimie biologique*, **9**, 1933, p. 245-277-393.

graisses : mise en réserve, mobilisation vers le foie, distribution aux tissus utilisateurs.

Nous croyons donc que les acides gras des triglycérides des dépôts, libérés par l'action de la lipase, sont estérifiés par la cholestérine et transportés sous cette forme d'abord au foie. Celui-ci hydrolyse l'ester et transporte l'acide gras dans une molécule de phosphatide, en lui faisant vraisemblablement subir une désaturation le préparant à l'oxydation ultérieure. Le phosphatide ainsi synthétisé est alors repris par le sang, distribué aux muscles et nous croyons que les acides gras qu'ils oxydent leur sont obligatoirement fournis sous forme de phosphatide. Les composées phosphoriques résultant de la dégradation des phosphatides dans le muscle, soit acide phosphorique, soit acide glycéro-phosphorique, sont repris par le sang et ramenés au foie pour permettre la nouvelle synthèse de phosphatide.

A l'appui de cette théorie nous voyons, dans le cas du travail musculaire prolongé, où la mobilisation des lipides est en quelque sorte proportionnée aux besoins périphériques : la teneur en substances insaponifiables et en acides gras augmenter dans le sang et dans le foie, montrant le transport des lipides de dépôt sous forme d'ester de la cholestérine vers le foie; la teneur en phosphatides du foie et du sang augmenter, montrant le remaniement des acides gras dans le foie et le transport des phosphatides vers les muscles; la teneur en phosphatides et en acides gras du muscle rester constante ou diminuer légèrement suivant que l'apport sanguin couvre ou non très exactement les besoins; la teneur en phosphore total augmenter dans le muscle, le sang et le foie montrant la dégradation des phosphatides dans le muscle et le transport vers le foie des composés phosphoriques en résultant.

Les faits sont exactement superposables, simplement plus accusés dans les cas d'hyperthermies où la mobilisation des lipides est beaucoup plus importante et ne paraît plus très exactement contrôlée.

Au cours du jeûne l'organisme mobilise petit à petit toutes ses réserves et, si le jeûne est très prolongé, les phénomènes d'épuisement interviennent. Nous constatons dans ces cas une légère diminution des substances insaponifiables et des acides gras du sang montrant que les dépôts de lipides sont devenus très faibles; une accumulation de cholestérine dans le foie indiquant le transport important des esters de la cholestérine au foie; une constance ou une légère diminution des acides gras et des phosphatides du foie montrant le transfert rapide des acides gras dans la molécule de phosphatides; une diminution des acides gras et des phosphatides

du sang soulignant la grandeur des besoins périphériques; une diminution des acides gras et des phosphatides du muscle confirmant l'insuffisance de l'apport sanguin.

Nos expériences sur le diabète de chiens privés de pancréas montrent que la mobilisation des lipides se produit alors avec une extrême violence déterminant dans le sang une augmentation des substances insaponifiables et des acides gras, une augmentation très rapide de la cholestérine dans le foie ainsi qu'une énorme surcharge en acides gras de cet organe ([1]). Devant un apport aussi brutal d'acides gras, qui semblent bien ici aussi être amenés sous forme d'esters de la cholestérine, le foie n'est plus capable de transférer les acides gras dans une molécule de phosphatide : la teneur en phosphatide du foie diminue considérablement. Il en résulte que le sang ne peut continuer à distribuer aux muscles les quantités ordinaires de phosphatides : la teneur en phosphatides du sang et du muscle baisse. Comme corollaire de ce que nous avons vu plus haut, la teneur en phosphore total du muscle diminue. Cependant, le muscle garde encore une teneur à peu près normale en acides gras, l'augmentation de la teneur en substances insaponifiables fait penser que dans ce cas il lui arrive des esters de la cholestérine que le foie a été incapable de maîtriser.

Tous les faits que nous avons recueillis dans nos différents types d'expérience se classent donc logiquement en admettant que la mobilisation des lipides se fait sous forme d'ester de cholestérine qui, transportés au foie, sont ensuite distribués aux différents tissus sous forme de phosphatides. Cette théorie cadre avec un grand nombre de faits connus dont nous signalerons seulement l'excrétion continue de la cholestérine par la bile.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la présence d'antigène « complet » et d'antigène « résiduel » dans diverses bactéries.* Note ([2]) de MM. **André Boivin** et **Lydia Mesrobeanu**, présentée par M. Félix Mesnil.

Nous avons montré ([3]), qu'il existe, dans certaines bactéries, une substance que nous avons appelée antigène *complet* et qui est à la fois

([1]) Nous avons vu la teneur en substances insaponifiables atteindre 1g,36 pour 100 frais et celle en acides gras dépasser 31 pour 100.

Il est vraisemblable que la majorité de ces acides gras est sous forme de triglycérides.

([2]) Séance du 21 juin 1935.

([3]) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 2124, et p. 2211.

toxique, spécifique et antigénique. Chauffée en milieu faiblement acide, cette substance, absolument non dialysable, se décompose en libérant une fraction glucidique lentement dialysable, qui est non toxique, spécifique et non antigénique. Cette fraction ne représente rien d'autre que ce qu'on appelle classiquement l'antigène *résiduel* des bactéries. Nous avons étudié spécialement le bacille d'Aertrycke et le bacille de Gaertner et nous avons vu (¹) que seules les formes *smooth* renferment de l'antigène complet. Une diastase, présente dans les bactéries en question, est capable de cliver l'antigène complet avec perte de ses acides gras et mise en liberté d'antigène résiduel (²).

Nous avons constaté ensuite que divers autres représentants du groupe coli-typhique se comportent, à l'extraction trichloracétique, comme le bacille d'Aertrycke et comme le bacille de Gaertner; on trouve, pour chaque bactérie, une forme qui libère de l'antigène complet, sans adjonction d'antigène résiduel, dans les cultures de 20 heures, et une autre forme ne libérant aucune substance spécifique. La règle n'est pourtant pas générale, car nous avons rencontré un type particulier de colibacille qui, contrairement à six autres types étudiés du même germe, livre en abondance à la fois de l'antigène complet et de l'antigène résiduel, lorsqu'on fait agir l'acide trichloracétique sur des bactéries âgées de 20 heures seulement. Il semble donc bien, dans ce cas, que l'antigène résiduel existe en quantité importante dans la bactérie vivante (³).

Que de l'antigène résiduel puisse se rencontrer à l'état libre dans certaines bactéries, c'est là un fait bien connu depuis que les beaux travaux de l'Institut Rockefeller de New-York ont montré le rôle que joue l'haptène polysaccharidique dans la constitution de la capsule des formes S du pneumocoque et du pneumobacille. Heidelberger et ses collaborateurs pensent que les propriétés antigéniques de la bactérie encapsulée sont dues à quelque complexe fragile résultant de l'union d'une protéine avec le polysaccharide spécifique. Que peut donner notre technique à l'acide trichloracétique dans le cas des bactéries encapsulées? Nous avons étudié à ce point de vue le pneumocoque type II. A partir des bactéries résultant d'une culture de 20 heures sur milieu T et lavées par centrifugation, l'acide trichloracétique extrait des quantités assez importantes de polysaccharide spécifique,

---

(¹) *C. R. Soc. Biologie*, 118, 1934, p. 612.
(²) *C. R. Soc. Biologie*, 118, 1935, p. 1671.
(³) Il s'agit d'un germe non encapsulé.

lentement dialysable et dépourvu de toute toxicité, mais n'extrait aucune trace d'une substance analogue à l'antigène complet des bactéries du groupe coli-typhique. Dans le but de favoriser l'extraction éventuelle d'une telle substance, nous avons soumis les bactéries à une digestion par la trypsinekinase à $pH = 8,5$, avant de faire agir l'acide trichloracétique, selon une technique qui nous a donné d'excellents résultats dans le cas du bacille d'Aertrycke et du bacille de Gaertner ([1]). Notre échec demeura complet en ce qui concerne l'extraction d'un complexe antigénique acide gras + polysaccharide, à partir du pneumocoque. Ou un semblable complexe n'existe pas (un complexe protéine + polysaccharide en tenant sans doute la place), ou bien ce complexe, s'il existe, est fort fragile et il est détruit (clivé ou seulement insolubilisé) au cours des manipulations. Les constatations que nous avons faites antérieurement ([2]), sur le peu de stabilité de l'antigène complet extrait de certains germes (*Proteus* par exemple) nous font penser que la seconde alternative pourrait répondre à la vérité. Mais nous ne pouvons dire plus en l'état actuel de nos recherches.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *De l'importance de la porte d'entrée dans l'évolution de l'épithélioma de Pearce-Brown.* Note de MM. **A. Besredka**, **I. Magat** et **P. Besnard**, présentée par M. Félix Mesnil.

L'étude du sarcome de la souris nous apprit à connaître combien l'évolution d'une tumeur, réputée maligne, peut varier suivant que celle-ci est injectée sous la peau ou dans la peau ([3]). Nous avons constaté notamment que les inoculations sous-cutanées de sarcome donnent lieu à des tumeurs qui croissent rapidement et ne sont qu'exceptionnellement accompagnées de métastases; les inoculations intra-cutanées, par contre, s'accompagnent presque toujours de métastases lorsque la dose est forte; dans les deux cas, les tumeurs sont mortelles. Mais, lorsque la dose injectée dans la peau est faible, on assiste à l'apparition d'une tumeur qui se développe pendant quelque temps, puis rapidement elle se met à régresser et finit par se résorber. Rappelons, en passant, que les souris de cette dernière catégorie,

---

([1]) *C. R. Soc. Biologie*, **117**, 1934, p. 271, et **118**, 1935, p. 727.
([2]) *C. R. Soc. Biologie*, **115**, 1933, p. 309.
([3]) A. Beredka et L. Gross, *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 175.

qui survivent à l'inoculation intra-cutanée, se montrent dans la suite réfractaires à de nouvelles inoculations (¹).

Or, en étudiant l'épithélioma du lapin dont le tableau clinique diffère totalement du sarcome de la souris, nous avons observé des phénomènes de même ordre, c'est-à-dire que la virulence du néoplasme varie essentiellement suivant que nous nous adressons à la voie intra-testiculaire, qui est le mode d'inoculation courant, ou à la voie intra-cutanée.

On connaît dans leurs moindres détails, depuis les belles recherches de Pearce et Brown, les caractères cliniques et anatomopathologiques de l'épithélioma du lapin (²). Ces savants ayant étudié toutes les voies d'inoculation conclurent que le moyen le plus sûr de reproduire la maladie mortelle avec métastases est l'injection intra-testiculaire; c'est cette voie qui est aujourd'hui généralement adoptée.

Instruit par nos expériences, déjà anciennes, sur le charbon et par celles toutes récentes sur le sarcome, nous avons concentré toute notre attention sur les inoculations intra-cutanées. La tumeur testiculaire, coupée en menus fragments, est triturée et émulsionnée dans deux fois son poids d'eau physiologique. Cette émulsion est injectée à des lapins, mâles ou femelles indifféremment, dans l'épaisseur de la peau. L'émulsion est passée sur un filtre en toile à mailles très serrées, si bien que, après filtration, l'injection intra-cutanée peut être pratiquée au moyen d'une très fine aiguille (5/10ᵉ de millimètre). Les injections sont faites dans la peau du flanc, en un seul ou en plusieurs points; chaque injection comporte 1^{cm^3} d'émulsion très chargée.

Après une incubation de 10 à 15 jours, on voit apparaître une tumeur intra-cutanée à contours nets, ayant la configuration et la couleur d'une grosse cerise; cette tumeur atteint parfois les dimensions d'une noix. Contrairement à la tumeur testiculaire, presque toujours suivie de métastases énormes dans tous les organes sauf la rate, la tumeur intra-cutanée, à la condition que l'on n'y touche pas, reste toujours strictement locale; nous avons eu beau injecter des doses massives de tissu néoplasique dans la peau, jamais nos lapins n'ont présenté de métastases. Ces animaux se comportent dans la suite comme les souris auxquelles nous injections, dans nos expériences antérieures, une faible dose de sarcome dans la peau : la

(¹) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 790 et p. 1550.

(²) *Journal of Experiment. Medic.*, **38**, 1923, p. 347, 367, 385, 601, 631, 799, 811; *Proceed. Soc. Experim. Biol. and Medic.*, **20**, 1923, p. 472; **21**, 1924, p. 371.

tumeur épithéliomateuse pâlit, s'aplatit, diminue progressivement de volume, puis finit par disparaître complètement. Nous assistons là aux mêmes phénomènes d'involution que nous avons décrits, avec notre collaborateur Gross, dans le cas du sarcome intra-cutané de la souris.

L'aspect microscopique de la tumeur intra-cutanée du lapin ne diffère en rien de celui de la tumeur testiculaire : dans les deux cas, nous sommes en présence d'un épithélioma typique. En inoculant dans le testicule d'un lapin neuf une parcelle de tumeur intra-cutanée en pleine évolution, nous avons pu provoquer un cancer généralisé.

En résumé, l'épithélioma testiculaire du lapin, qui s'accompagne de métastases multiples et aboutit à un cancer généralisé mortel, change de caractère dès qu'il est inoculé dans la peau : on assiste à l'apparition d'une tumeur bénigne, laquelle, tout en conservant sa structure épithéliomateuse, ne donne pas de métastases et finit par se résorber.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Action comparée de l'immersion en glycérine et de la congélation sur la conservation de la virulence des moelles rabiques.* Note de M. **Pierre Lépine**, présentée par M. Félix Mesnil.

Tous les Instituts antirabiques qui suivent la méthode pastorienne originale (dessiccation de moelles de lapins) font appel, pour la conservation des moelles arrivées au degré d'atténuation voulu, à l'immersion en glycérine neutre à la température de la glacière. D'autre part, la plupart des Instituts, quel que soit le procédé de vaccination qu'ils emploient, conservent en glycérine leurs souches de virus fixe dans l'intervalle des passages si ceux-ci ne sont pas effectués sans interruption. Cette manière de procéder repose sur la constatation faite par Roux ([1]) de la persistance du pouvoir infectieux des encéphales rabiques immergés en glycérine, et a été introduite en 1891 par Calmette ([2]) dans la pratique systématique des vaccinations antirabiques. Elles réalisait alors, en l'absence de moyens faciles et sûrs de conserver la virulence rabique, un perfectionnement important de la technique de vaccination et une bonne méthode générale de conservation des virus.

On peut se demander aujourd'hui, où les progrès de la technique mettent

---

([1]) *Ann. Inst. Pasteur*, 1, 1887, p. 87.
([2]) *Ann. Inst. Pasteur*, 5, 1891, p. 633.

à notre disposition d'autres moyens de conservation, si l'immersion des moelles rabiques en glycérine ne comporte pas plus d'inconvénients que d'avantages. Il est bien connu, en effet, que la glycérine exerce sur les virus en général, et sur les moelles rabiques en particulier, une action antiseptique lente, d'autant plus active que les moelles sont déjà plus atténuées lors de leur immersion (Remlinger). Plusieurs auteurs ont proposé de remédier à cette action chimique en diluant la glycérine avec de l'eau, distillée ou physiologique [1]. On retarde ainsi, mais on ne supprime pas l'effet virulicide de la glycérine.

D'autre part l'action préservatrice du froid sur les virus étant connue, nous avons recherché, comparativement à la conservation habituelle en glycérine pure à la glacière, l'action de la simple congélation à — 10° sur la durée de la virulence des moelles rabiques.

Une même moelle de lapin ayant succombé au virus fixe était divisée en tronçons égaux, les uns immergés dans la glycérine pure à 30° Bé conservée à la température (+ 3°) de la glacière (technique du service antirabique de l'Institut Pasteur), les autres simplement déposés dans le tiroir froid d'une glacière électrique domestique, dont la température s'est constamment maintenue entre — 9° et — 11°. A intervalles réguliers, on prélevait des fragments de moelle, glycérinée ou congelée, pour les inoculer par voie intracérébrale à des lapins neufs.

Nous avons pu constater ainsi que la moelle de lapin rabique de zéro jour, immergée en glycérine, perd graduellement son pouvoir infectant, qui disparaît complètement entre le quatorzième et le trentième jour selon le cas, tandis que la moelle congelée conserve intacte sa virulence durant toute l'expérience, les lapins inoculés succombant avec une impressionnante régularité le dixième jour de l'inoculation, quelle que soit la durée (jusqu'à 70 jours dans nos essais) pendant laquelle la moelle est soumise à la congélation.

Il en résulte qu'il y aurait avantage à substituer à la conservation en glycérine, moyen aléatoire et cause d'affaiblissement de la virulence, la congélation à — 10° pour la conservation des moelles rabiques utilisées en vue du traitement pastorien. En outre, alors que la glycérine exerce sur la matière virulente une action physique et chimique visible (perte de poids, déshydratation, durcissement), la congélation ne modifie en rien l'aspect

---

[1] Depuis longtemps, nous n'employons plus personnellement pour la conservation des virus qu'un mélange à parties égales de glycérine et de solution tampon de phosphates M/20, de pH : 7,1.

ni la consistance des moelles, ce qui présente un intérêt évident pour la préparation du vaccin.

Mais plus encore, la congélation permet de conserver, mieux et plus longtemps, et surtout sans lui faire subir aucune influence étrangère, un virus fatalement sensible à la longue à l'action de la glycérine. En effet, des modifications particulières du virus fixe de l'Institut Pasteur, que nous étudions actuellement ([1]), nous paraissent dépendre plus directement, plutôt que du passage régulier sur une seule espèce animale, du fait que, depuis le 19 août 1911, les passages ne sont effectués à l'Institut Pasteur qu'avec un virus ayant subi au préalable une immersion de 48 heures au moins dans la glycérine.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *L'étiologie des oreillons*. Note de MM. **Constantin Levaditi**, **René Martin**, **Antoine Bonnéfoi** et Mlle **Rachel Schœn**, présentée par M. Félix Mesnil.

La continuation de nos recherches ([2]) sur l'étiologie des oreillons, tout en confirmant nos premières conclusions, nous a montré que le problème est plus complexe que ne le pensent Johnson et Goodpasture ([3]), d'une part, Findlay et Clarke ([4]), d'autre part.

Nos essais ont été effectués avec des salives fraîches de huit cas d'oreillons typiques, suivant la technique indiquée par Johnson et Goodpasture (inoculation dans le canal de Sténon aux *Macacus rhesus* et au Chimpanzé). Étant donné que ni l'aspect clinique, ni le mouvement fébrile consécutif à l'inoculation, ne permettent d'affirmer avec certitude l'issue de l'infection ourlienne expérimentale, en raison de leur inconstance, nous nous sommes adressé à l'examen histologique, après biopsie de la glande parotide inoculée. Les lésions, décrites dans notre précédente Note, n'offrent rien de caractéristique; elles se bornent à une simple inflammation monocytaire interstitielle, sans grande atteinte de l'élément épithélial. Nous avons eu soin d'appliquer cette méthode à des expériences de con-

---

([1]) Ces observations seront rapportées avec M. Cruveilhier dans un numéro spécial des *Annales de l'Institut Pasteur* consacré au cinquantenaire de la première vaccination antirabique.

([2]) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 594.

([3]) *J. of exp. Med.*, 59, 1934, p. 1.

([4]) *Brit. Journ. of exp. Pathol.*, 15, 1934, p. 309.

trôle, lesquelles nous ont révélé : 1° que les grandes parotides des simiens normaux n'offrent pas de telles altérations; et 2°, que *l'inoculation de salives provenant de sujets avec ou sans antécédents ourliens mais indemnes au moment même de l'examen, peuvent déterminer de semblables lésions, quoique d'une intensité sensiblement moindre*. Nous avons donc été obligés d'évaluer nos résultats en décomptant le nombre de foyers inflammatoires par champ microscopique (moyenne).

1° *La salive normale* n'est pas la seule à déclencher des altérations de parotidite interstitielle. L'inoculation des *virus de l'herpès* et de la *lymphogranulomatose inguinale* (1), de même que l'injection de *levures*, de *sérum de cheval*, de *blanc d'œuf*, ou d'une suspension de *tapioca*, agissent de même.

2° *Salives ourliennes*. — Dans la grande majorité des cas, les salives ourliennes déterminent des lésions manifestement plus intenses. Ainsi, la moyenne de foyers monocytaires par champ microscopique a été ici de 5,6, alors que pour les salives normales, cette moyenne n'a pas dépassé 1,90. Elle a été de 0,8 dans les essais effectués avec le virus et les substances mentionnées ci-dessus. La parotidite expérimentale reste unilatérale et persiste pendant des semaines. De plus, l'examen de la virulence salivaire, chez un de nos collaborateurs qui s'est contaminé aux cours de nos essais, nous a montré que cette virulence, faible avant la contamination, s'est accrue manifestement au début de la maladie et s'est maintenue telle pendant au moins 52 jours (moyennes : 1,2; 4,3; 3,5; 4,7; 3,7). Ajoutons que la salive d'un chimpanzé inoculé s'est également révélée pathogène.

3° La parotidite ourlienne expérimentale peut être transmise en série; toutefois, les passages s'arrêtent rapidement (dès le 2e ou le 3e). Au contraire, la parotidite provoquée par la salive normale ne semble pas inoculable d'un singe à l'autre.

4° L'élément pathogène contenu dans les parotides inoculées de salive ourlienne se conserve dans la glycérine; il traverse les filtres Berkefeld et non pas les bougies Chamberland L_2.

5° La parotidite ourlienne expérimentale n'est pas contagieuse. En effet, un chimpanzé, ayant vécu au contact d'un de ses congénères infectés et porteurs de lésions intenses, est resté indemne. Par ailleurs, ni l'injection intraveineuse (émulsion glandulaire), ni le badigeonnage des voies

---

(1) Ces virus ne se développent pas dans la parotide, ni ne confèrent la maladie herpétique ou lymphogranulomateuse aux simiens inoculés dans le canal de Sténon.

aériennes supérieures, n'ont permis de conférer la parotidite au *Macacus rhesus*.

6° Enfin, dans un unique essai, fait en collaboration avec M. Mollaret, l'inoculation à un sujet humain (suivant la même technique), de glande simienne contaminée expérimentalement, n'a provoqué qu'une réaction locale précoce et passagère, sans suites ourliennes appréciables. A en croire, cependant, les résultats relatés par Johnson et Goodpasture ([1]), cette transmission à l'homme est réalisable.

CONCLUSIONS. — *Il apparaît incontestable que la salive ourlienne contient un élément pathogène filtrable et résistant à la glycérine, capable de conférer une parotidite interstitielle aux simiens* (Troglodites niger et Macacus rhesus). *Toutefois, les altérations qu'elle provoque, localisées exclusivement à la glande inoculée, n'offrent rien de spécifique. De ce point de vue, les salives ourliennes, d'une part, les salives normales, ou d'autres virus (herpès, lymphogranulomatose inguinale) et principes inertes (levures, blanc d'œuf, sérum de cheval, tapioca), ne diffèrent que par l'intensité des lésions expérimentales parotidiennes qu'ils engendrent, et nullement par des particularités rigoureusement spécifiques.*

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur quelques effets pharmacologiques de l'ergométrine, nouvel alcaloïde de l'ergot de seigle.* Note ([2]) de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Charles Richet.

D'après Dudley et Moir, qui l'ont découverte, l'ergométrine, qui se trouve dans les extraits aqueux d'ergot qu'on tenait jusqu'alors pour inactifs, fait apparaître, chez la femme, aussitôt après qu'on l'a administrée *per os*, des effets utéro-moteurs très marqués.

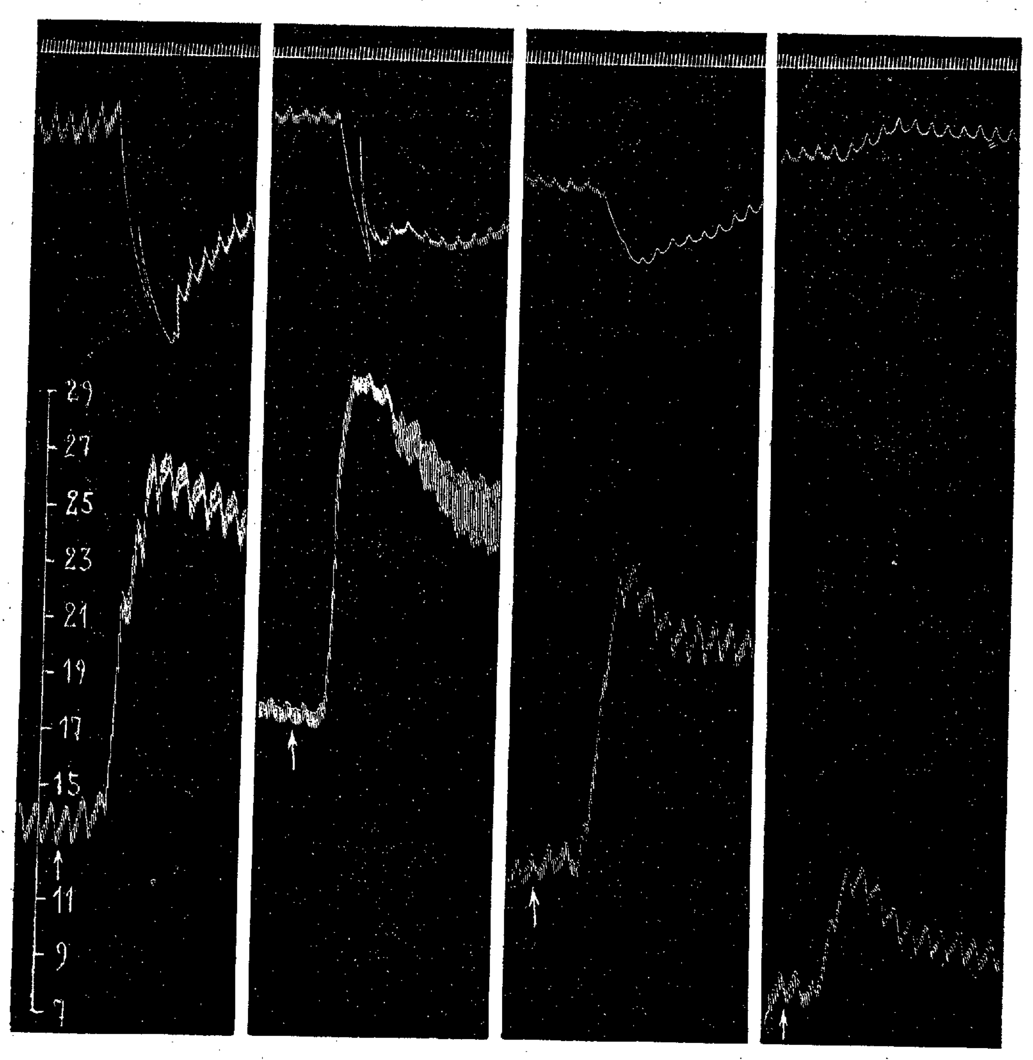
Au point de vue pharmacologique, on sait seulement que l'ergométrine élève la pression artérielle du chat, excite l'utérus de la lapine et réduit légèrement les effets de l'adrénaline.

Les six alcaloïdes de l'ergot qu'on connaissait avant la découverte de l'ergométrine possédant tous une action utéro-motrice, des effets vasoconstricteurs et un pouvoir sympathicolytique également puissants, l'ergométrine douée d'un pouvoir ocytocique extrêmement énergique et d'une

([1]) *Amer. Journ. of Hyg.*, 21, 1935, p. 46.

([2]) Séance du 24 juin 1935.

activité sympathicolytique presque nulle, paraissait, bien que, comme les



Expérience du 21 juin 1935. — Chien ratier à poils ras, 9^{kg}, anesthésié par le chloralose (14^{cg} par kilogramme), bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle. — Première ligne : temps en seconde. Deuxième ligne : variations du volume du rein, enregistrées par l'oncographe d'Hallion et Comte par nous modifié. Troisième ligne : modifications de la pression carotidienne enregistrées au moyen du manomètre à mercure. — Aux points marqués par les flèches, on a injecté dans la saphène, $0^{mg},015$ d'adrénaline, en solution dans $1^{cm^3},5$ de soluté physiologique de chlorure de sodium, puis 5^{cm^3} de ce même soluté. — Entre I et II, on a injecté dans la saphène $4^{mg},50$ d'ergométrine, dissous dans $2^{cm^3},25$ d'acide lactique dilué, entre II et III, 18^{mg} d'ergométrine, entre III et IV, 27^{mg} d'ergométrine. — Tracé réduit de 1/4.

autres alcaloïdes de l'ergot, elle donnât, avec le réactif de Wasicky, la

belle réaction colorée que nous avons découverte, ne pas appartenir au même groupe pharmacologique que ces alcaloïdes.

Ayant pu disposer, de par la bienveillance du Dr Smith, de 300^{mg} d'ergométrine parfaitement cristallisée, nous nous sommes proposé de mesurer l'activité sympathicolytique de cet alcaloïde grâce à la méthode que nous avons fait antérieurement connaître, méthode qui utilise le pouvoir qu'ont les alcaloïdes de l'ergot de paralyser les vasoconstricteurs rénaux adrénalino-sensibles.

Comme le montre le tracé que nous reproduisons ici, une dose de $0^{mg},015$ d'adrénaline, qui produisait initialement une hypertension de 126^{mm} de Hg et une très forte vasoconstriction rénale, provoqua, après injection intraveineuse de $0^{mg},5$ d'ergométrine par kilogramme, une hausse de la pression carotidienne de 116^{mm} en même temps qu'une diminution du volume du rein, déjà moins forte qu'auparavant. Après administration, également dans la veine, de 2^{mg} d'ergométrine par kilogramme, l'adrénaline, à la même dose qu'auparavant, n'éleva plus que de 103^{mm} la pression carotidienne et ne produisit plus qu'une vasoconstriction rénale trés réduite, quoiqu'encore marquée. Mais quand l'animal eut encore reçu dans la saphène 3^{mg} d'ergométrine par kilogramme, l'injection de la toujours même dose d'adrénaline ne fut plus suivie que d'une hypertension de 37^{mm} s'accompagnant non plus d'une diminution du volume du rein, mais de variations de ce volume parallèles aux modifications de la pression artérielle. Notre tracé montre très nettement, en effet, que l'adrénaline ne produit plus alors l'écrasement si caractéristique du pouls rénal et que, sous l'influence de cette amine, le volume du rein s'accroît en même temps que la pression carotidienne s'élève, puis diminue en même temps qu'elle s'abaisse.

Il est donc ainsi démontré que, pour paralyser les vasoconstricteurs rénaux, on doit employer beaucoup plus d'ergométrine [1] que d'ergotoxine ou d'ergotamine, mais pas davantage que d'ergotinine ou d'ergotaminine.

Nous avons pu également nous assurer que l'ergométrine, injectée pour la première fois à la dose de $0^{mg}5$ par kilogramme, provoque une forte hypertension et une vasoconstriction rénale à la fois très forte et très durable. Si l'on pratique une seconde injection d'ergométrine à une dose plus forte (par exemple, 2^{mg} par kilogramme), on obtient, en même temps qu'une hausse insignifiante de la pression carotidienne, une vasoconstriction

---

(1) Nous avons pu assurer que, dans l'eau, le pouvoir rotatoire de l'ergométrine est de $+75°7$.

rénale plus marquée et beaucoup plus prolongée. Une troisième injection, d'une dose égale ou un peu supérieure à la seconde, provoque encore de la vasoconstriction rénale, mais produit de l'hypotension. Des phénomènes semblables s'observent avec les autres alcaloïdes de l'ergot et, fait particulièrement remarquable, avec l'éphédrine.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Identité de l'anaplasmose ovine française et algérienne.* Note (¹) de MM. **Jean Cuillé, Chelle et Berlureau**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Nous avons signalé (²) l'existence d'anaplasmes dans le sang de moutons français atteints d'ictère hémorragique.

Ces parasites ressemblent, par leurs caractères morphologiques, à *Anaplasma ovis*, découvert par Lestoquard en 1924 sur des moutons algériens; leurs dimensions sont cependant un peu supérieures et dépassent généralement $0^{\mu},5$. Pour nous assurer de l'identité absolue des deux parasites, nous avons procédé à des inoculations croisées.

Deux moutons guéris de l'anaplasmose française, l'un de la maladie naturelle, l'autre de la maladie expérimentale, sont inoculés dans la veine avec 5^{cm^3} de sang défibriné provenant d'un mouton algérien ayant présenté un accès aigu d'anaplasmose (ce sang nous a été envoyé par nos collègues, MM. Donatien et Lestoquard, de l'Institut Pasteur d'Alger). Un troisième mouton provenant d'une région supposée indemne d'anaplasmose et n'ayant jamais présenté de parasites dans le sang reçoit, en même temps, une dose identique du même virus.

Les deux premiers moutons ont présenté après l'inoculation, l'un au 14ᵉ jour, l'autre au 25ᵉ, un accès thermique fugace (température atteignant dans un cas 40°, dans l'autre 41°, pendant 24 heures, puis retombant au-dessous de 39°). Les parasites, très rares avant l'inoculation (1 pour 4 à 5 champs), ont à peine augmenté (1 pour 2 à 3 champs). Le nombre des globules est resté sensiblement le même, variant entre 12 et 13 millions par millimètre cube. La formule leucocytaire a été au moment de

---

(¹) Séance du 1ᵉʳ juillet 1935.

(²) Jean Cuillé, Chelle et Berlureau, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1994.

lhyperthermie :

	Pour 100.
Mononucléaires	62,0
Polynucléaires neutrophiles	31,7
Éosinophiles	5,5

L'état général n'a subi aucune modification; le poids, en particulier, est resté constant.

Au contraire, le mouton témoin a présenté, le 14e jour, une crise d'anaplasmose typique : ascension thermique importante (maximum 41°,7, température restant au-dessus de 41° pendant 5 jours), apparition d'anaplasmes dans le sang, 3 à 4 par champ; anémie marquée 8500000 globules par millimètre cube au lieu de 12000000; formule leucocytaire :

Mononucléaires	89,8 pour 100
Polynucléaires neutrophiles	10,5 »
Polynucléaires éosinophiles	0,7 »

prostation, inappétence et amaigrissement accusé; le poids est tombé en 8 jours de 50 à 45^{kg}.

Conclusion. — Les deux moutons guéris de l'anaplasmose française ont été prémunis vis-à-vis du virus de la maladie algérienne; l'élévation thermique passagère observée doit être vraisemblablement rapportée à un léger accès de réinoculation.

Les deux parasites sont donc identiques.

La séance est levée à 15^h50^m.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 JUILLET 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. **Franck Schlesinger**, **Walter Sydney Adams**, **Ernest William Brown**, **Francisco Miranda Da Costa Lobo**, Sir **Frank Dyson**, **Alfred Fowler**, **Niels Erik Nörlund**, **Henry Norris Russel**, **Frederick Slocum**, **Paul Stroobant**, présents à Paris à l'occasion de la Cinquième réunion de l'Union astronomique internationale, qui assistent à la séance.

M. **Georges Perrier** fait hommage à l'Académie du tome 11 des travaux de l'Association internationale de Géodésie : *Rapports nationaux sur les travaux exécutés dans les différents pays, établis à l'occasion de la Cinquième Assemblée générale.*

NOMINATIONS.

MM. **Charles Gravier** et **Maurice Caullery** sont désignés pour représenter l'Académie au *XII*^e^ *Congrès International de Zoologie*, qui aura lieu, au Portugal, du 14 au 25 septembre 1935.

M. **Jules Bordet** est désigné pour représenter l'Académie au *IV*^e^ *Congrès International Technique et Chimique des Industries agricoles* qui se tiendra du 15 au 28 juillet 1935, à Bruxelles.

CORRESPONDANCE.

L'**Université de Rome** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de ses *nouveaux bâtiments*, le cinquième jour des calendes de novembre 1935.

LOGIQUE MATHÉMATIQUE. — *Définition de la stabilité des propositions.* Note [1] de M. **Jean-Louis Destouches**, présentée par M. Louis de Broglie.

1. L'objet de cette Note est de généraliser la notion de stabilité des propositions qui a été définie par M. Bouligand [2] en faisant intervenir la notion d'écart. Pour nous affranchir des restrictions inhérentes à cette dernière, nous devons exprimer sous une forme plus générale la proximité des propositions, ce qui nous conduit à faire intervenir en logique les espaces abstraits de M. Fréchet : soit A un ensemble de propositions; nous dirons qu'il constitue un *espace propositionnel* si une opération de fermeture $\mathcal{F}$ est fixée, faisant correspondre à tout sous-ensemble E de A un ensemble $\overline{E} \supseteq E$.

Soit (A) un premier espace propositionnel, (B) un second (distinct ou non du premier), tels qu'à tout point p d'un sous-ensemble E de (A) corresponde, lorsque p est pris pour hypothèse, une conséquence q qui est un point de (B), c'est-à-dire que $p \rightarrow q$, et de plus que la conséquence q est fonction de p, la fonction $f(p)$ étant définie sur l'ensemble E.

1° Si la fonction $f(p)$ est constante sur un ensemble E_0, autrement dit, si, quel que soit $p \in E_0$, la conséquence q est la même, nous dirons que la proposition q est *indépendante des changements d'hypothèse sur* E_0 : on voit que E_0 appartient au domaine de causalité de q.

2° Si la fonction $f(p)$ est continue en p_0, c'est-à-dire en nous bornant au cas d'espaces $(\mathcal{V})$, si pour chaque voisinage V_{q_0} de $q_0 = f(p)$ il existe un voisinage V_{p_0} de p_0 tel que $p \in E.V_{p_0}$ entraîne $f(p) \in V_{q_0}$, nous dirons en

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.

(2) *Bull. Acad. Roy. Belgique*, 21, n° 3, 1935, p. 277; *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1509-1511; *Revue générale des Sciences*, 46, 1935, p. 262.

généralisant la notion de M. Bouligand, que la proposition q_0 est *stable sur l'ensemble* E *par rapport à l'hypothèse* p_0. La proposition q_0 sera dite *stable sur l'espace propositionnel* (A) *par rapport à l'hypothèse* p_0 si $V_{p_0} \subseteq E$, c'est-à-dire si tout point du voisinage V_{p_0} de p_0 appartient à E.

3° Lorsqu'on ne sera pas dans les cas précédents, c'est-à-dire lorsque la fonction $f(p)$ ne sera pas continue en p_0, la proposition q sera dite *instable sur l'ensemble* E *par rapport à* p_0 ou *instable sur l'espace propositionnel* (A) *par rapport à* p_0.

Si la stabilité (ou l'instabilité) se conserve pour tout p appartenant à un ensemble E_0 au lieu de « par rapport à p_0 », on dira « par rapport à E_0 ».

On retrouve les définitions de M. Bouligand en se bornant au cas où les espaces (A) et (B) sont des espaces ($\mathcal{E}$).

2. Pour qu'une proposition q soit conséquence de p appartenant à un ensemble E, il ne suffit pas de définir une fonction $f(p)$, il faut encore que, p étant supposée vraie, la valeur logique de q soit déterminée et que sa valeur soit $\vdash$ (vraie). Autrement dit, il faut se donner : 1° une fonction $q = f(p)$ définie sur un ensemble E_f de (A); 2° une fonction $\mathrm{Vl}\, q = g(p)$ définie sur un ensemble E_g de (A). Soit $E_\vdash$ l'ensemble des points de E_g tel que $g(p) = \vdash$. On a évidemment $E_f \supseteq E_g \supseteq E_\vdash$.

Le cas considéré dans le premier paragraphe était celui où $E_\vdash = E_f$. Nous dirons qu'il y a *stabilité en valeur logique* d'une proposition q_0 sur un ensemble F par rapport à p_0 si la fonction $g(p)$ est continue au point p_0 ou est constante au voisinage de p_0. Ceci suppose que l'ensemble des valeurs logiques est considéré comme un espace, ce qui n'a rien de surprenant, car, dans une logique à plusieurs valeurs, il est assez naturel de classer ces valeurs et de fixer quelles sont celles voisines d'une valeur déterminée. Dans le cas de deux valeurs, vrai et faux, on ne devra pas les considérer comme voisines, mais par exemple dans le cas de trois valeurs, vrai, tierce, faux, on peut dire que tierce est voisin de vrai et de faux, vrai et faux étant non voisins; les trois valeurs constituent alors un espace fini. D'une façon générale, si les valeurs logiques forment un ensemble fini ou dénombrable et si l'on définit les valeurs voisines d'une valeur donnée, l'ensemble des valeurs logiques constituera un espace localement fini partout; au contraire, si les valeurs logiques forment un ensemble ayant la puissance du continu, une topologie peut être fixée de bien des façons et doit être choisie d'une manière convenable dans chaque cas.

La définition de la stabilité en valeur logique nous oblige à étendre au cas où $E_f \supset E_\vdash$ la définition de la stabilité que nous avions énoncée plus haut dans le cas où $E_f = E_\vdash$. En effet, en dehors de $E_\vdash$ la proposition q n'est

plus conséquence de p, on n'a plus $p \rightarrow q$. Il nous semble naturel de dire alors : 1° q est indépendante des changements d'hypothèse sur E_0 si $f(p)$ est constante sur E_0 ; 2° q est *stable*, sur F (avec $F \subseteq E_f$) par rapport à p_0 si $f(p)$ est continue en p_0 sur F; 3° q est *instable* sur F par rapport à p_0 si $F \supset E_f$ ou si, ayant $E \subseteq E_f$, la fonction $f(p)$ n'est pas continue en p_0 sur F.

Avec ces définitions, on voit qu'il y a indépendance entre la *stabilité* d'une proposition et la *stabilité en valeur logique*, puisque la première ne fait intervenir que l'ensemble E_f et la continuité en p_0 de la fonction $f(p)$, la seconde au contraire seulement l'ensemble E_g et la continuité, ou la constance, de la fonction $g(p)$.

Aussi dirons-nous qu'une proposition q_0 est *complètement stable sur* F par rapport à p_0 si elle est à la fois stable et stable en valeur logique, *complètement instable* si elle est à la fois instable et instable en valeur logique. Si $F \subseteq E_{\vdash}$, la stabilité en valeur logique est automatiquement remplie : les stabilités du paragraphe I sont donc des complètes stabilités.

Conclusion. — La stabilité des propositions est liée aux domaines de définition d'une fonction $f(p)$ et d'une fonction $g(p)$ et à la continuité de ces fonctions. Stabilité sur F si $F \subseteq E_f$ et si $f(p)$ est continue, instabilité si $F \supset E_f$ ou bien si la fonction $f(p)$ n'est pas continue en p_0 sur F : donc deux conditions pour la stabilité et deux types d'instabilité.

Nos définitions de la stabilité des propositions entraînent un certain nombre de conséquences que nous développerons ailleurs. La recherche de la stabilité revêt une grande importance dans un bon nombre de questions, notamment en physique du continu, car, comme l'a fait remarquer M. Bouligand, l'imprécision inhérente aux mesures oblige à rejeter les schèmes instables pour décrire l'évolution d'une catégorie de phénomènes physiques.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur des probabilités en chaîne.*
Note de M. **Robert Fortet**, présentée par M. Hadamard.

Considérons des quantités $P^n_{ik} (n = 1, 2, \ldots, \infty)$, où les indices i et k peuvent prendre les valeurs 1, 2, 3, ..., ∞, et satisfaisant aux conditions :

$$P^n_{ik} \geqq 0 \qquad \text{(condition P)} \qquad \sum_{k=1}^{\infty} P^n_{ik} = 1 \qquad \text{(condition T)},$$

$$P^{m+n}_{ik} = \sum_{j=1}^{\infty} P^m_{ij} P^n_{jk},$$

dont on vérifie aisément qu'elles sont compatibles. Ces P_{ik}^n représentent des « probabilités en chaîne » dans un cas où il y aurait une infinité dénombrable d'événements possibles, cas qui n'a pas encore été étudié.

Nous nous proposons d'étudier le comportement des P_{ik}^n, lorsque n croît indéfiniment. Appelons P_k^n et p_k^n les bornes supérieures et inférieures des P_{ik}^n lorsque i varie ; on a :

$$0 \leqq p_k^{n-1} \leqq p_k^n \leqq P_{ik}^n \leqq P_k^n \leqq P_k^{n-1} \leqq 1.$$

Donc p_k^n a une limite p_k, P_k^n une limite $P_k \geqq p_k$, $\sum_{k=1}^{\infty} p_k^n$ converge et a une somme inférieure ou égale à 1 ; de plus, $\sum_{k=1}^{\infty} p_k$ converge et l'on a

$$\sum_k p_k = \lim_{n \to \infty} \sum_k p_k^n, \qquad \text{donc} \qquad 0 \leqq \sum_k p_k \leqq 1.$$

$\sum_k p_k$ étant positif ou nul, nous avons, avec M. Hadamard, appelé *cas régulier le cas où* $\sum_k p_k$ *est positif, c'est-à-dire où l'un au moins des* p_k *est positif.* En adaptant à ce cas des méthodes et des propriétés indiquées dans divers Mémoires de M. Fréchet, nous sommes arrivés aux résultats qui suivent :

THÉORÈME I. — *Pour que l'on soit dans le cas régulier, il faut et il suffit qu'il existe un nombre* η *positif, un rang* ν *et un indice* J_0 *tels qu* $P_{iJ_0}^{\nu}$ *reste supérieur à* η *lorsque* i *varie.*

THÉORÈME II. — *Dans le cas régulier, les bornes* P_k *et* p_k *sont égales, d'où il résulte que, lorsque* n *croît indéfiniment, les* P_{ik}^n *tendent, uniformément lorsque* i *varie, vers des limites* $\overline{P}_k = p_k = P_k$, *indépendantes de* i.

Précisons que l'on peut trouver $r < 1$ et $a > 0$, tels que l'on ait, quel que soit k et i :

$$P_{ik}^n - \overline{P}_k \leqq P_k^n - p_k^n \leqq r^n \times a.$$

Remarque. — Réciproquement, si les P_{ik}^n tendent, uniformément lorsque i varie, vers des limites $\overline{P}_k$ indépendantes de i, c'est que $P_k = p_k = \overline{P}_k$, et l'on est soit dans le cas régulier, soit dans un cas que nous avons appelé régulier exceptionnel, qui existe effectivement et dont on peut fournir une condition suffisante.

THÉORÈME III. — *Dans le cas régulier, les séries* $\sum_k P_{ik}^n$ *convergent uniformément lorsque n varie, quel que soit i fixe.*

THÉORÈME IV. — *Dans le cas régulier, la série des limites* $\overline{P}_k$ *des* P_{ik}^n, *soit* $\sum_k \overline{P}_k$, *qui est convergente, a sa somme égale à* 1.

Remarque. — Ceci prouve que *lorsque* $\sum_k p_k$ *n'est pas nul,* $\sum_k p_k = 1$, puisque $p_k = \overline{P}_k$.

THÉORÈME V. — *Dans le cas régulier, les limites* $\overline{P}_k$ *des* P_{ik}^n *constituent, quel que soit* ν, *une solution du système d'équations* (S^ν) :

$$(S^\nu)\quad \begin{cases} x_k = \sum_j P_{jk}^\nu x_j, & (k = 1, 2, \ldots, \infty), \\ 1 = \sum_k x_k, \end{cases}$$

telle que les séries figurant dans les équations de (S^ν) *soient absolument convergentes, et c'est la seule solution de* (S^ν) *satisfaisant à cette condition.*

Considérons les quantités $\pi_{ik}^n = (P_{ik}^1 + P_{ik}^2 + \ldots + P_{ik}^n)/n$; dans le cas régulier, les quantités $(\pi_{ik}^n - \overline{P}_k)$ sont des infiniment petits avec $1/n$; d'autre part, les séries $\sum_{t=1}^{\infty}(P_{ik}^t - \overline{P}_k)$ convergent absolument; on peut poser

$$s_{ik} = \sum_{t=1}^{\infty}(P_{ik}^t - \overline{P}_k).$$

On a alors le théorème suivant :

THÉORÈME VI. — *Dans le cas régulier, l'infiniment petit* $(\pi_{ik}^n - \overline{P}_k)$ *est équivalent à l'infiniment petit* s_{ik}/n, *lorsque* s_{ik} *n'est pas nul, c'est-à-dire de l'ordre de* $1/n$; *il est d'ordre supérieur, lorsque* s_{ik} *est nul.*

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Mesures normales dans les espaces distanciés.* Note [1] de M. **Antoine Appert**, présentée par M. Émile Borel.

I. La présente Note a pour objet d'indiquer une extension de la notion de *mesure* au sens de M. Lebesgue, extension s'appliquant aux *espaces*

---

[1] Séance du 1er juillet 1935.

distanciés les plus généraux. Nous voulons définir et étudier dans ces espaces une classe de mesures jouissant de la propriété suivante : *Deux ensembles isométriques, autrement dit ayant le même type métrique, doivent avoir même mesure.*

Si nous nous sommes plus d'une fois inspiré de la mesure linéaire de Caratheodory (¹) et des ordres de mesure de Hansdorff (²), notre point de départ est nettement différent de celui de ces auteurs. Il est également tout différent de celui de la mesure de Haar (³).

II. Nous renvoyons, pour la notion d'*espace distancié* et pour les principales définitions admises dans ces espaces, à l'ouvrage de M. Fréchet (⁴). Les ensembles considérés dans la présente Note sont supposés appartenir à des espaces distanciés où une définition bien déterminée de la distance a été adoptée.

Soient alors E un ensemble et ρ un nombre positif. Nous appelons $n[E, \rho]$ *le plus grand entier n tel qu'il existe n points de* E *dont toutes les distances mutuelles soient* $> \rho$.

Cette définition doit s'entendre avec les précisions suivantes : s'il n'existe pas deux points de E dont la distance soit $> \rho$, nous posons $n[E, \rho] = 1$. Si au contraire il existe des entiers n aussi grands que l'on veut tels qu'il existe n points de E dont toutes les distances mutuelles soient $> \rho$, nous posons $n[E, \rho] = +\infty$.

Supposons de plus que nous nous soyons donné une fois pour toutes une fonction $\varphi(\rho)$ définie, positive et finie pour chaque nombre positif fini ρ, qui ne puisse décroître quand ρ décroît et qui tende vers $+\infty$ quand ρ tend vers zéro. Nous appellerons alors *extension d'ordre* φ de l'ensemble E le nombre

$$\text{ext}_\varphi E = \liminf_{\rho \to 0} \frac{n(E, \rho)}{\varphi(\rho)},$$

lim inf désignant la plus petite limite.

La fonction $\text{ext}_\varphi E$ est définie pour chaque ensemble E et elle vérifie toujours $0 \leqq \text{ext}_\varphi E \leqq +\infty$.

III. L'ensemble E étant donné, considérons toutes les décompositions

(¹) CARATHEODORY, *Nachr. Ges. Wiss. Göttingen*, 1914, p. 404-426.
(²) HANSDORFF, *Math. Ann.*, 79, 1919, p. 157-179.
(³) A. HAAR, *Ann. of. Math.*, 34, 1933, p. 147-169.
(⁴) *Les espaces abstraits*, Paris, 1928, p. 61 et suivantes.

de la forme suivante :

$$E = \sum_k U_k \qquad (k = 1, 2, \ldots). \tag{1}$$

Les U_k étant des ensembles disjoints ou non, en nombre fini ou en infinité dénombrable. Nous appellerons *mesure normale d'ordre* φ de E, et nous désignerons par $\mathfrak{M}_\varphi(E)$, ou plus simplement par $\mathfrak{M}(E)$, la borne inférieure de la somme $\sum_k \text{ext}_\varphi U_k$ pour toutes les décompositions de la forme (1).

La fonction $\mathfrak{M}_\varphi(E)$ est définie pour chaque ensemble E, elle ne dépend que de la fonction φ et du type métrique de l'ensemble E et elle ne dépend d'aucune manière de l'espace dans lequel E est plongé. Elle a donc la même valeur sur deux ensembles isométriques. Nous avons de plus établi que

p_1 : *On a toujours* $0 \leqq \mathfrak{M}(E) \leqq +\infty$;

p_2 : *On a toujours* $\mathfrak{M}(E) \leqq \mathfrak{M}(E+F)$;

p_3 : *Si* $E_1, E_2, \ldots$ *sont des ensembles en nombre fini ou en infinité dénombrable, on a toujours*

$$\mathfrak{M}(E_1 + E_2 + \ldots) \leqq \mathfrak{M}(E_1) + \mathfrak{M}(E_2) + \ldots;$$

p_4 : *Si* E *et* F *sont deux ensembles dont la distance est* $\neq 0$, *on a*

$$\mathfrak{M}(E+F) = \mathfrak{M}(E) + \mathfrak{M}(F).$$

Ces propriétés p_1, p_2, p_3, p_4 sont précisément les conditions imposées par Caratheodory (*loc. cit.*) à sa « mesure extérieure » (*äussere Mass*) pour construire sa théorie générale de la mesure dans les espaces distanciés. Nous dirons donc, avec cet auteur, qu'un ensemble E est *mesurable* si, pour chaque ensemble W appartenant à l'espace dans lequel on se place, on a

$$\mathfrak{M}(W) = \mathfrak{M}(WE) + \mathfrak{M}(W - E).$$

Alors les résultats, obtenus par Caratheodory comme conséquences de p_1, p_2, p_3, p_4, montrent que l'on a les propositions suivantes :

Les opérations d'addition, de soustraction, de passage au complémentaire, de multiplication, appliquées à des ensembles mesurables en nombre fini ou en infinité dénombrable, donnent toujours des ensembles mesurables. Tous les ensembles de mesure nulle ainsi que les ensembles ouverts, les ensembles fermés et par conséquent les ensembles boréliens sont mesurables.

La mesure de la somme d'un nombre fini ou d'une infinité dénombrable

d'ensembles mesurables deux à deux disjoints est la somme des mesures de ces ensembles.

Nous avons établi de plus que, pour la mesure actuellement envisagée, *tout ensemble fini ou dénombrable est de mesure nulle.*

IV. Parmi les applications de la mesure précédente, mentionnons que, sur la droite euclidienne où la distance est définie comme d'habitude, *la mesure normale d'ordre* $\varphi(\rho)=1/\rho$ *coïncide avec la mesure lebesguienne à une dimension.* On pourra appeler, dans un espace distancié quelconque, *mesure normale linéaire*, la mesure normale d'ordre $\varphi=1/\rho$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extension d'un théorème de MM. Lindelöf et Phragmén.* Note de M. **A. Rauch**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soit $f(z)$ *une fonction entière d'ordre* $\rho<1/2$: *si* $\arg z=0$ *est la bissectrice d'un angle de divergence d'ouverture* π/ρ *bordé de petits angles de convergence pour*

$$J(\varphi, k)=\int_1^{\infty}\overset{+}{\log}|f(re^{i\varphi})|\frac{dr}{r^{k+1}}\qquad (k=\rho),$$

on a

$$\text{(A)}\qquad \lim_{k=\rho}\frac{J(\varphi, k)}{J(0, k)}=\cos\rho\varphi\qquad \left(\frac{\pi}{2\rho}<\varphi<\frac{\pi}{2\rho}\right).$$

On part de l'égalité suivante de M. Valiron ([1])

$$\text{(1)}\qquad \begin{gathered} J(\varphi_0, k)\sin k(\varphi_1-\varphi_2)+\frac{2\pi}{k}\sum\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\delta_n(e^{i\tau})}{r_n(e^{i\tau})^k}d\tau \\ =J(\varphi_1, k)\sin k(\varphi_0-\varphi_2)+J(\varphi_2, k)\sin k(\varphi_1-\varphi_0)+O, \\ \varphi_2<\varphi_0<\varphi_1,\ \varphi_1-\varphi_2<\frac{\pi}{k}<\frac{\varphi}{\rho}, \end{gathered}$$

où Σ s'étend aux modules $r_n(x)$ et arguments $\omega_n(x)$ des racines de $f(z)=x$ du secteur $\varphi_2\leqq\omega_n\leqq\varphi_1$, $r_n\geqq 1$ et où

$$\begin{aligned} \delta_n&=\sin k(\varphi_1-\omega_n)\sin k(\varphi_0-\varphi_n), &&\text{si}\quad \varphi_0\leqq\omega_n\leqq\varphi_1, \\ \delta_n&=\sin k(\omega_n-\varphi_2)\sin k(\varphi_1-\varphi_0), &&\text{si}\quad \varphi_2\leqq\omega_n\leqq\varphi_0. \end{aligned}$$

([1]) G. Valiron, *Journal de Math.*, 10, 1931, p. 468.

Prenons, dans (1), $\varphi_2=0$, $\varphi_1=\pi/2\rho+\varepsilon$; supprimons Σ et divisons par $J(0, k)$; si ε est assez petit, on a

$$\lim_{k=\rho} \frac{J(\varphi_0, k)}{J(0, k)} \leqq \cos\rho\varphi_0[1-\operatorname{tang}\rho\varphi_0 \operatorname{tang}\rho\varepsilon];$$

donc

$$\lim \frac{J(\varphi_0, k)}{J(0, k)} \leqq \cos\rho\varphi_0, \qquad 0 \leqq \varphi_0 < \frac{2\rho}{\pi}. \tag{2}$$

Il en est de même pour $0 \geqq \varphi_0 > -\pi/2\rho$.

Soit maintenant $0=\varphi_0<\varphi_1=-\varphi_2<\pi/2\rho$; on a, d'après (1),

$$\sin 2\rho\varphi_1 \leqq \left[\lim \frac{J(-\varphi_1, k)}{J(0, k)} + \lim \frac{J(\varphi_1, k)}{J(0, k)}\right] \sin\rho\varphi_1$$

ou, en divisant par $\sin\rho\varphi_1$ et en tenant compte de (2),

$$2\cos\rho\varphi_1 \leqq \left[\lim \frac{J(-\varphi_1, k)}{J(0, k)} + \lim \frac{J(\varphi_1, k)}{J(0, k)}\right] \leqq 2\cos\rho\varphi_1,$$

c'est-à-dire

$$\lim \frac{J(-\varphi_1, k)}{J(0, k)} + \lim \frac{J(\varphi_1, k)}{J(0, k)} = 2\cos\rho\varphi_1,$$

ce qui exige, d'après (2), l'égalité (A).

Écrivons maintenant (1) pour $0=\varphi_0<\varphi_1=-\varphi_2=\pi/2\rho-\varepsilon$; si $\Sigma=\Sigma'\sin k\varphi_1$,

$$J(0, k)\sin 2k\varphi_1 + \frac{2\pi}{k}\sin k\varphi_1 . \Sigma' = [J(\varphi_1, k) + J(-\varphi_1, k)]\sin k\varphi_1 + O(1).$$

Divisons par $\sin k\varphi_1 : J(0, k)$ et faisons tendre k vers ρ, on obtient, en tenant compte de (A),

$$2\cos\rho\varphi_1 + 2\frac{\pi}{\rho}\lim \frac{\Sigma'}{J(0, k)} = 2\cos\rho\varphi_1;$$

donc :

Σ étant étendue aux racines de $f(z)=x$ d'un secteur $|\varphi|<\pi/2\rho$, $|z| \geqq 1$, on a

$$\lim_{k=\rho} \frac{\sum \frac{1}{r_n(x)^k}}{J(0, k)} = 0, \tag{B}$$

sauf au plus pour un ensemble de mesure nulle de valeurs x [1].

---

[1] On comparera à des théorèmes de M. L. Cartwright, *Proc. London Math. Soc.*, (2), **38**, 1935, p. 504, et de M. G. Valiron, **1**, II, 1934, p. 195.

D'une façon analogue, en considérant de tout petits angles contenant $\arg z = \pm \pi/2\rho$, on trouve :

Σ étant étendue aux racines de $f(z) = x$ d'un angle arbitraire (aussi petit qu'on veut) contenant $\arg z = \pm \pi/2\rho$, on a

$$\text{(C)} \qquad \lim_{\kappa=\rho} \frac{\sum \frac{1}{r_n(x)^k}}{J(0, k)} > \rho \text{ const.}$$

pour presque toutes les valeurs de x.

Remarques. — On étend (A), (B), (C) aux fonctions entières d'ordre infini telles que

$$\overline{\lim_{r=\infty}} \frac{\overset{+}{\log} T(r, f)}{r} = \rho > \frac{1}{2}$$

et aux algébroïdes entières analogues [1].

Tout ce qui précède reste vrai si, à la place des angles bordants de convergence, on a des angles où, seulement,

$$\lim_{n=\rho} \frac{J(\varphi, k)}{J(O, k)} = 0.$$

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Le spectre nébulaire de la* Nova Herculis. Note [2] de M. **David Belorizky**, présentée par M. Aymar de La Baume Pluvinel.

1. A l'Observatoire de Marseille nous avons pris, du 16 décembre au 5 avril, 82 spectres de la Nova, dont la liste complète paraîtra dans une publication astronomique. Le 4 avril la Nova était de grandeur visuelle 7,8, le 5 avril de 8,2. A cette époque, l'étoile était déjà bien faible pour notre instrument (prisme-objectif de 12^{cm} d'ouverture utile, 70^{cm} de distance focale; prisme de 60°). La Nova continua de faiblir et nous avons dû abandonner son étude spectroscopique. *Jusqu'au 5 avril au moins, le spectre de la Nova était stellaire.*

On sait que l'éclat a continué de diminuer jusqu'au milieu de mai, où la Nova a atteint la grandeur 13. Il a augmenté ensuite d'une façon continue.

---

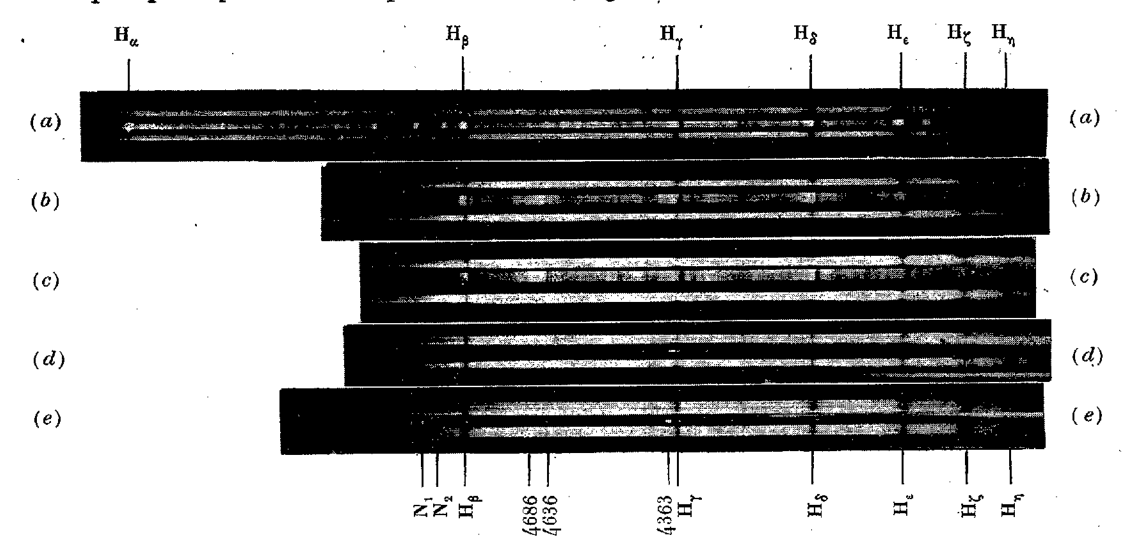
(1) A. Rauch, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 234 et 1012.

(2) Séance du 1er juillet 1935.

Nous avons refait un spectre le 27 mai (grandeur 9,0) et nous avons constaté qu'il était composé de bandes brillantes isolées.

Le 30 mai la Nova était de grandeur 8,5; le 6 juin de 8,0; le 13 juin 7,8; le 18 juin 7,8. Son éclat est maintenant stationnaire, et aussi son spectre qui *présente actuellement un caractère nettement nébulaire*.

Nous reproduisons ici le spectre nébulaire de la Nova (10 juin), ainsi que quelques spectres de la phase stellaire, agrandis deux fois.



Les spectres de la Nova sont encadrés par le spectre de Véga. — (*a*) 6 février, mg 2,9; (*b*) 27 mars, mg 4,7; (*c*) 2 avril, mg 5,2; (*d*) 4 avril, mg 7,8; (*e*) 10 juin, mg 8,0.

2. Nous avons signalé [1] l'augmentation de la vitesse radiale, déterminée par le déplacement des raies d'absorption de l'hydrogène. Sur les spectres reproduits ici, on constate au contraire *la diminution* de cette vitesse : le 6 février (*a*) elle était de — 850 km/sec; le 27 mars (*b*) de — 500 km/sec. Le 4 avril le spectre est très faible, les raies d'émission de l'hydrogène présentent un affaiblissement au centre. Cet affaiblissement, visible sur notre cliché (*d*), ne révèle aucun déplacement sensible par rapport aux raies de Véga. Mais il reste à savoir s'il s'agit d'une raie d'absorption véritable.

3. Pendant la période stellaire de la Nova, les raies d'émission de l'hydrogène n'avaient aucun déplacement appréciable par rapport aux raies de Véga. Nous avons fait microphotométrer quelques-uns de nos clichés au

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 528.

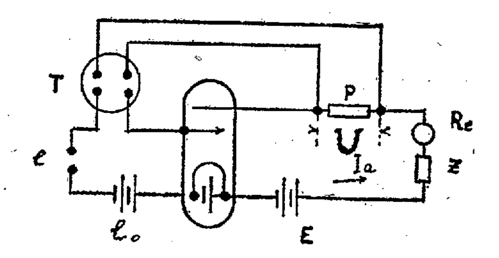
laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Marseille. Sur une partie de ces clichés, le spectre de la Nova figure avec le spectre de comparaison de Véga. Le maximum des raies d'émission ne montre aucun déplacement appréciable, ce qui corrobore l'étude microscopique directe de nos clichés (21 décembre, 6 février). Mais les clichés depuis le 6 juin (à partir de cette date nous pouvions « encadrer » la Nova) présentent un déplacement appréciable vers le violet.

On voit ce phénomène sur notre cliché du 10 juin (*e*). Nous avons mesuré ce déplacement : il est de — 350 km/sec. L'enregistrement microphotométrique du cliché du 10 juin a confirmé ce déplacement.

4. Si l'on admet l'hypothèse que les raies brillantes sont émises par la chromosphère de la Nova, on peut affirmer que maintenant c'est la couche chromosphérique qui s'échappe de l'étoile à une vitesse de 350 km/sec. Ainsi l'étoile *se dilate actuellement avec cette vitesse*. Et il ne serait pas surprenant qu'elle ait quelque jour un diamètre angulaire appréciable, comme cela est arrivé déjà à d'autres Novæ.

RADIOÉLECTRICITÉ. — *Sur l'emploi de la réaction en basse fréquence dans les lampes triodes*. Note (1) de M. **Matéi Marinesco**, présentée par M. Paul Janet.

Nous avons réussi à mettre au point une réaction en basse fréquence, permettant d'augmenter très sensiblement l'amplification d'une lampe de puissance, employée comme tube final et à diminuer la distorsion de fré-



quence sans dépasser un coefficient de distorsion non linéaire compatible avec une bonne amplification.

Soit une triode fonctionnant suivant le montage figuré ci-dessus, où l'on

(1) Séance du 8 juillet 1935.

a : Ré, résistance constituant la charge utile de la lampe; Z, impédance constituant la charge réactive de la lampe; ρ, impédance de compensation qui sera déterminée dans la suite; T, transformateur de couplage, dont le rapport de transformation est $\mu = n_2/n_1$; n_2 et n_1 étant respectivement le nombre de spires de T situées dans le circuit de grille et anodique. Avec les notations habituelles, nous aurons, entre les tensions de grille et de plaque et le courant anodique, la relation bien connue

$$(a) \qquad V_a + k V_g = F(I_a).$$

Nous avons d'autre part, en supposant que Z, $R_e \gg \rho$, la relation

$$(b) \qquad V_a = E - (Z + R_e) I_a.$$

De même, si T est un transformateur idéal et si le couplage qu'il réalise est tel que la tension du secondaire μu (u étant la tension alternative aux bornes de ρ) soit en phase avec e, nous pouvons écrire

$$(c) \qquad V_g = -e_0 + e + \mu u.$$

Éliminant V_a et V_g entre ces trois relations, il vient

$$(d) \qquad F(I_a) = E - R_e I_a - Z I_a + k e - k e_0 + k \mu u.$$

Si $I_a = I_0 + i_a$ et $i_a < I_0$, où I_0 est le courant moyen et i_a le courant alternatif superposé et si nous séparons les termes alternatifs des termes constants, en développant $F(I_a)$ en série, nous obtenons entre les termes alternatifs la relation

$$(e) \qquad k e = R_e i_a + \left[F' i_a + \frac{F''}{2} i_a^2 + \ldots \right] + Z i_a - k \mu u.$$

Supposons maintenant ρ petit par rapport à l'impédance du primaire de T et constitué par une impédance z en série avec une résistance variant avec le courant I_a. Dans ces conditions, la tension U aux bornes de ρ sera

$$(f) \qquad U = z I_a + \varphi(I_a),$$

φ étant une fonction de I_a, représentant la tension aux bornes de la résistance variant avec I_a. Remplaçant I_a par $I_0 + i_a$ et séparant encore la partie alternative de la partie constante, après avoir développé (f), nous obtenons, pour la première,

$$(g) \qquad u = z i_a + \varphi' i_a + \frac{\varphi''}{2} i_a^2 + \ldots,$$

remplaçant la valeur de u ainsi trouvée dans (d) et, en posant

$$(h)\qquad z = \frac{Z}{\mu k},$$

$$(i)\qquad \mu k \varphi' = F', \quad \mu k \varphi'' = F'', \quad \ldots,$$

nous obtenons

$$(j)\qquad i_a = \frac{ke}{R_e}.$$

Toutes sortes de distorsions du courant disparaissent.

Dans le même circuit sans réaction, nous avons

$$(k)\qquad i_a = \frac{ke}{R_e + R_i + Z}, \qquad R_i = F'(I).$$

La relation (h), concernant la compensation de la distorsion de fréquence, a fait l'objet d'un travail antérieur. Pour ce qui concerne la relation (i) elle signifie que, pour qu'il y ait aussi compensation de distorsion non linéaire, il faut que les courbes $V = F(I) - ke_0$ (pour e_0 constant) et $U = \varphi(I)$ se déduisent, au voisinage de I_0, l'une de l'autre par une simple translation.

Ces conclusions ont été appliquées au cas concret suivant : Nous avons constitué ρ par une bobine de self en série avec un redresseur à oxyde de cuivre. La lampe, une Philips B. 405, était chargée d'un haut-parleur électromagnétique. Dans le montage sans réaction il fallait, à la grille de la lampe, une tension d'attaque de 10 volts, pour atteindre la pleine charge de la lampe (avec 6 mA de courant alternatif débité et 7 pour 100 de distorsion non linéaire), tandis qu'il ne fallait que 0,2 V avec notre montage à réaction, la pleine charge étant atteinte cette fois-ci avec 8 mA débités au même taux de distorsion non linéaire (7 pour 100).

SPECTROSCOPIE. — *Spectres de fils explosés dans l'ultraviolet lointain et la région de Schumann.* Note de MM. **Georges Vaudet** et **René Servant**, présentée par M. A. Cotton.

Les spectres de fils explosés ont été étudiés par divers auteurs, notamment Anderson [1], Déchêne [2], Nagaoka et Futagami [3], dans la région ultra-

---

(1) *Astrophys. J.*, 51, 1920, p. 37.
(2) *Journal de Physique et le Radium*, 7, 1926, p. 59.
(3) *Sc. Pap. Inst. of Phys. and Chem. Research, Tokyo*, 25, 1934, p. 111.

violette jusqu'à 2200 Å. Nous avons poursuivi cette étude dans l'ultraviolet lointain et la région de Schumann.

Nous avons opéré de la manière suivante : un ballon à large col est relié par un tube horizontal en verre ($l = 50^{cm}$, $d = 4^{cm}$) à un spectrographe à vide L. et E. Bloch. L'ensemble de l'appareil est vidé jusqu'à une pression de l'ordre de la barye. Le fil est tendu, entre deux pinces du même métal que lui, suivant le diamètre vertical du ballon. Il est intercalé dans le circuit de décharge de la grosse batterie de condensateurs déjà utilisée par l'un de nous [1] au laboratoire du grand électro-aimant de Bellevue. La capacité utilisée dans le cas actuel est de 0,64 microfarad, la tension de charge 50 kilovolts. Nous avons étudié les fils de fer, cuivre, aluminium et zinc.

Nous avons fait les remarques suivantes :

1° la source lumineuse constituée par un fil explosé a une très grande brillance. Avec un seul fil explosé nous obtenons des spectres de réseau bien impressionnés quoique le temps de pose soit de l'ordre de 20 microsecondes seulement.

2° il n'apparaît pas de fond continu mais seulement un spectre de raies contrairement à ce que l'on observe dans l'air. Ce changement d'aspect déjà observé dans le visible par Anderson semble montrer que le spectre n'est pas dû uniquement à un phénomène d'incandescence. Ce résultat serait à rapprocher des expériences récentes de MM. Michel Lévy et Muraour.

3° il est nécessaire d'opérer avec des porte-fils de même métal que le fil; dès que le fil est vaporisé dans le vide il y a décharge additionnelle sur les électrodes; ainsi l'explosion d'un fil de cuivre entre électrodes de fer donne à la fois les raies du cuivre et du fer.

4° les raies des spectres obtenus sont surtout des raies d'étincelle.

Nous donnons, à titre d'exemple, dans le tableau qui suit, pour les raies de l'*aluminium* les plus intenses [2], obtenues avec un mince ruban d'aluminium de $0,1 \times 0,2 \times 85^{mm}$, l'intensité, λ en Å et l'ordre spectral. Comme ces raies sont souvent larges, la précision est faible; elle est cependant suffisante pour permettre leur identification et le plus souvent préciser, d'après les Tables [3], le degré d'ionisation correspondant.

---

(1) VAUDET, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1217.

(2) L'étalonnage du spectre s'effectue facilement à partir des raies du carbone et de l'air qui apparaissent toujours.

(3) En particulier, *Tables de Kayser*, édition 1932.

2, 2269,3, I; 1, 2263,5, I; 1, 2243,1, II; 2 (large), 2210,7, I; 8 (large), 2193,8, II; 1, 2095,4, II; 9, 1990,1, II; 9, 1935,5, III; 3, 1930,9, II; 7 (large), 1862,6, II, III; 8 (large), 1854,7, II, III; 1, 1776,2, II; 3, 1768,4, II; 3, 1763,9, II; 4, 1760,3, II; 6, 1725,1, II; 7, 1721,3, II; 6 (large), 1670,8, II; 5 (large), 1612,0, III; 4 (large), 1606,1, III; 1, 1560,7, II; 2 (large), 1540,1, II; 3, 1384,4, III; 2, 1379,3, III; 1, 1215,3, I.

SPECTROSCOPIE. — *Influence du milieu chimique sur les bandes du deuxième groupe positif de* N_2. Note de M. **Michel Duffieux**, présentée par M. Aimé Cotton.

J'ai signalé dans une Note récente que la distribution de l'intensité entre les bandes du deuxième groupe positif de N_2 dans la post-luminescence du peroxyde d'azote est différente de celle que l'on observe dans l'azote pur ou l'air. La courbe parabolique des maxima relatifs de Condon reste la même dans les deux cas, mais, dans le peroxyde, les transitions d'état vibratoire sont plus étroitement limitées aux transitions les plus probables, d'autant plus étroitement que le saut quantique de vibration est plus petit. La séquence O est réduite à la bande initiale O — O et, de part et d'autre, dans les séquences suivantes, la chute d'intensité est de moins en moins rapide en même temps que l'intensité totale diminue; finalement dans le spectre visible, le groupe a le même aspect que dans l'air. Je proposerai à cette action du milieu chimique, l'explication suivante qui me paraît actuellement la plus simple.

La phosphorescence n'apparaît qu'au moment où, dans la décharge, le spectre continu du peroxyde a entièrement disparu comme spectre de choc électronique et où le deuxième groupe positif est devenu prédominant (état II violet de Zennek et Strasser). A ce moment, les molécules qui sont au niveau énergétique le plus élevé sont les molécules N_2 au niveau $C^3\Pi$, niveau initial du deuxième groupe. Cet état électronique doit être très stable et résister à un grand nombre de chocs, élastiques ou non élastiques, où varient seulement les énergies des degrés de liberté thermiques : translation, rotation et vibration. La transition $C^3\Pi — B^3\Pi$ qui accompagne l'émission du deuxième groupe positif doit suivre les chocs où la molécule perd la totalité ou du moins la majeure partie de son énergie cinétique de vibration. Le changement de configuration électronique se faisant à un moment où l'énergie cinétique de vibration est nulle ou encore faible, la distance internucléaire est voisine de l'une de ses valeurs extrêmes, et la

transition la plus probable reste la même que dans la théorie de Condon.

L'énergie totale de vibration peut s'annuler si le choc a lieu au moment où elle est entièrement cinétique, c'est-à-dire que la distance internucléaire passe par sa valeur normale r_e. La probabilité de la transition est alors la plus forte ; la bande correspondante O — O est en fait la plus intense.

D'un autre côté, les transitions d'états vibratoires doivent être d'autant plus étroitement réduites à la transition la plus probable, à distance internucléaire constante, que le résidu d'énergie potentielle de vibration est, après le choc, plus faible, c'est-à-dire que les chances de variation spontanée de la distance internucléaire sont plus faibles.

Il est évident que les émetteurs du deuxième groupe positif doivent conserver les mêmes propriétés dans l'azote pur ou dans les milieux pauvres en oxydes comme l'air. L'allongement des séquences peut, dans ce cas, provenir du fait que les chocs suivis d'émission sont surtout les chocs contre des molécules excitées identiques avec lesquelles le sens des échanges d'énergie cinétique de vibration est quelconque et où ces énergies sont de part et d'autre quantifiées.

Dans la phosphorescence du peroxyde, les molécules d'azote sont en petit nombre. En effet, si l'on condense dans l'air liquide les gaz à l'état II de Zenneck et Strasser, c'est-à-dire immédiatement avant la phosphorescence, on obtient une proportion considérable d'anhydride azoteux N^2O^3. Ils contiennent donc encore beaucoup de peroxyde. Après la phosphorescence, le peroxyde a presque entièrement disparu et c'est en réalité l'état III de Zenneck et Strasser qui correspond à sa dissociation complète. Les molécules excitées d'azote sont donc entourées de molécules à des niveaux énergétiques inférieurs et dont une forte proportion est évidemment susceptible d'absorber des quantités non quantifiées d'énergie liées à la seule structure interne de la molécule d'azote. Je croirais donc volontiers que les chocs, qui dans la phosphorescence sont suivis de l'émission du deuxième groupe positif, sont des chocs de deuxième espèce qui font perdre à la molécule d'azote à un niveau $C^3\Pi$ sa seule énergie cinétique de vibration, au bénéfice des molécules qui émettent le spectre continu ou qui par dissociation libèrent les molécules qui l'émettent.

SPECTROSCOPIE. — *Quelques remarques sur les fréquences de vibration de dérivés chlorés.* Note de MM. **Hua-Chih Cheng** et **Jean Lecomte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nos déterminations sur les spectres d'absorption infrarouges de dérivés chlorés, entre les fréquences de 640 et 1400 cm^{-1}, nous permettent d'interpréter des spectres Raman qui avaient été mesurés antérieurement par l'un de nous (Cheng) ou par M. Kohlrausch.

I. *Fréquences caractéristiques du chlore.* — Les *dérivés monochlorés* $ClCH^2 - R$ (R représentant l'un des radicaux : CN, COH, COCl, COOH, $COO.C^nH^{2n+1}$) possèdent, conformément à la théorie, dans le spectre infrarouge comme dans le spectre Raman, une seule fréquence caractéristique de l'halogène, qui se déplace de 740 à 790 cm^{-1} environ, lorsque le radical R représente successivement les groupements que nous venons d'indiquer. Rappelons que, pour le chlorure de méthyle (R = H), cette fréquence est voisine de 712 cm^{-1}. Pour les *dérivés dichlorés* $Cl^2CH - R$ (R ayant la même signification que ci-dessus), nous admettrons que les deux atomes de chlore forment, avec l'atome de carbone, relié au radical R d'une manière que nous ne préciserons pas, une molécule angulaire. Ce modèle moléculaire possède, on le sait, trois fréquences fondamentales. Celle qui correspond à une déformation de la molécule (ω_2) varie, d'après l'effet Raman, de 282 à 230 cm^{-1} quand le radical R se modifie comme précédemment. Les deux autres, ω_1 et ω_3, qui sont des fréquences de valence, ont été observées simultanément au moyen de l'infrarouge et de l'effet Raman : elles se placent dans les mêmes conditions, entre 715 et 775 cm^{-1} (ω_1) et entre 770 et 825 cm^{-1} (ω_3). Comme ω_1 correspond, dans l'effet Raman, à une raie polarisée et ω_3 à une raie dépolarisée, il n'existe aucune ambiguïté d'interprétation. Pour le chlorure de méthylène (R = H), on a sensiblement $\omega_1 = 700$, $\omega_3 = 736$ et $\omega_2 = 285$ cm^{-1}. En adoptant l'hypothèse des forces de valence, nous avons calculé, pour les dérivés mono et dichlorés, la force f qui s'exerce entre le carbone et le chlore, et, dans le cas des dérivés dichlorés, en outre, la constante de déformation $2\lambda d$ de la molécule et l'angle α entre les valences carbone-chlore.

Substance.	$f.10^{-5}$ (en dynes/cm).	Substance.	$f.10^{-5}$ (en dynes/cm).	$2d.10^{-5}$ (en dynes/cm.).	Angle de valence α
$ClH^2C.CN$	3,24	$Cl^2HC.CN$	2,65	1,00	109°40′
$ClH^2C.COH$	–	$Cl^2HC.COH$	2,82	0,95	107.30
$ClH^2C.COCl$	3,62	$Cl^2HC.COCl$	3,17	0,70	101.20
$ClH^2C.COOH$	3,67	$Cl^2HC.COOH$	3,33	0,72	100.40
$ClH^2C.COO.C^nH^{2n+1}$	3,67	$Cl^2HC.COO.C^nH^{2n+1}$	3,62	0,52	92.40

En continuant la même analyse pour les *dérivés trichlorés* $Cl^3C—R$ (ceux-ci étant représentés par une pyramide ayant pour base le triangle formé par les atomes de chlore, et comme sommet l'atome de carbone relié au radical R), nous avons cherché à retrouver les quatre fréquences fondamentales C — Cl (deux simples et deux doubles) que prévoit la théorie. Tant qu'il s'agit de dérivés simples comme le chloroforme (R = H), tout se passe à peu près comme on le prévoit. Mais, dans notre cas, nous avons trouvé avec l'absorption infrarouge ou avec le spectre Raman, des anomalies difficilement explicables. Ainsi, dans la région de 730 à 800 cm^{-1}, le composé $CCl^3.COCl$ possède deux fréquences C — Cl qui se réduisent à une seule pour $CCl^3.COOH$ et $Cl^3C.CN$. Il n'existe, d'autre part, aucune régularité dans la position des deux autres fréquences C — Cl plus basses. On peut en conclure que *l'influence du radical* R *sur les fréquences de vibration carbone-chlore est faible pour les dérivés monochlorés. Elle devient notable pour les dérivés dichlorés et prépondérante avec les dérivés trichlorés.*

II. En plus des vibrations C — Cl que nous venons de considérer, nous avons mesuré, entre les fréquences de 640 et 1400 cm^{-1}, des bandes d'absorption infrarouges ou des raies Raman que nous expliquons par des vibrations C — C, par des vibrations C — H, ou par des combinaisons de fréquences.

a. Dans ce domaine, nous avons pu, pour chacun des composés, identifier avec certitude *une* vibration C — C. En passant du dérivé $ClCH^2—R$ aux dérivés $Cl^2CH—R$ et $Cl^3C—R$, elle éprouve un déplacement marqué vers des fréquences plus élevées. D'autre part, pour des composés possédant le même nombre d'atomes de chlore, la fréquence de cette bande diminue en passant des nitriles (R = CN) aux chlorures d'acide (R = COCl) et aux acides acétiques chlorés (R = COOH).

b. Les vibrations C — H n'éprouvent pas de déplacements réguliers quand on fait varier, soit le radical, soit le nombre des atomes de chlore. Elles manquent, bien entendu, dans les spectres des composés $Cl^3C.CN$ et $Cl^3C.COCl$.

c. Des combinaisons de fréquences permettent d'interpréter les autres bandes d'absorption infrarouges. Par exemple, pour $Cl^3C.CN$, la bande de 742 cm^{-1} provient des raies Raman 265 + 485; ou encore, la fréquence 962 cm^{-1} s'explique soit par 163 (obs. Raman) + 792 (obs. Raman et infrarouge), soit par 163 + 316 + 485 (toutes trois obs. Raman). Les autres composés donnent lieu à des classifications analogues.

OPTIQUE. — *Comparaison de la polarisation de la lumière émise par résonance dans un jet atomique et dans la vapeur non dirigée.* Note [1] de MM. **Paul Soleillet** et **Serge Nikitine**, transmise par M. Pierre Weiss.

On peut étudier la polarisation de la lumière que les atomes émettent par résonance en les excitant soit dans un jet atomique, soit dans la vapeur non dirigée. La première de ces méthodes présente des avantages dans l'étude de certaines raies de résonance que nous nous proposons de faire ultérieurement, mais auparavant il nous a paru utile de comparer le résultat de ces deux méthodes dans un cas où elles étaient l'une et l'autre facilement applicables.

En effet, la polarisation de la lumière émise par résonance, pour des raies de structure compliquée, pourrait dépendre de la structure de la lumière excitatrice ainsi que de la largeur des composantes hyperfines de la raie excitée. Dans un jet, la largeur des raies d'absorption, largeur due à l'effet Doppler, est plus petite que dans une vapeur non dirigée. Il pourrait donc se faire que dans les deux cas certaines composantes soient excitées dans des conditions légèrement différentes.

Le cas étudié est celui des atomes de cadmium pour la raie $\lambda = 3261$ Å, le faisceau excitateur étant non polarisé et à angle droit de la direction d'observation. Un champ magnétique de l'ordre de 1 gauss était dirigé suivant la direction du faisceau excitateur. Ces conditions semblent devoir éliminer l'influence du temps que sont restés excités les atomes effectuant leur émission en un point de la région observée. Cette influence qui, dans d'autres conditions, peut produire des modifications importantes de polarisation, plus particulièrement dans le jet, a été de plus réduite ici par l'emploi d'un faisceau excitateur relativement large [2].

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.

(2) P. Soleillet, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 46.

Le jet était produit par un petit four en cuivre, chauffé électriquement par un enroulement compensé ne donnant pratiquement pas de champ magnétique. L'orifice du four avait un diamètre de $1^{mm},5$. Le jet était délimité par un diaphragme froid et frappait une paroi à la température de l'air liquide. Le faisceau excitateur passait à 10^{mm} de l'orifice du four. L'angle des rayons atomiques extrêmes en un point du champ observé était celui sous lequel on voyait le diamètre de l'ouverture du four. Cet angle de 0,15 était sensiblement égal à celui des rayons lumineux extrêmes du faisceau excitateur.

La vitesse moyenne des atomes à la température du four était de $3,68.10^4$ cm./sec. On peut calculer que chaque composante de la raie d'absorption présentait une largeur de 1,2 mÅ.

La vapeur non dirigée était produite par chauffage dans un tube de quartz d'une parcelle de métal. Ce tube communiquait d'une part avec une sphère en quartz transparent, d'autre part avec des trompes à vide. La sphère était chauffée à une température de 450°, supérieure à celle du tube, afin d'éviter toute condensation. Les fours électriques de chauffage, magnétiquement compensés, ne donnaient pas de champ magnétique appréciable.

Dans ces conditions la largeur due à l'effet Doppler était de 8,7 mÅ.

La source était un arc dans le vide à l'intérieur d'un tube de quartz transparent. La cathode était formée par un bloc de cadmium contenu dans un creuset d'amiante calcinée. L'anode était en cuivre.

Les mesures de polarisation ont été faites dans les deux cas à l'aide du même montage : Wollastons croisés, méthode de Cornu.

Nous avons trouvé pour la vapeur non dirigée un taux de polarisation de 84,5 pour 100 et pour le jet un taux de 84,0 pour 100. La petite différence ne dépasse pas la précision de nos mesures. Nous croyons donc pouvoir conclure que les deux méthodes donnent dans le cas étudié des résultats identiques.

Le nombre trouvé ici, 84,25 pour 100, est légèrement inférieur à celui 85 pour 100 trouvé auparavant par l'un d'entre nous [1]. Nous rappelons que Ellett et Larrick [2] ont trouvé 85 et 87 pour 100, avec une source de lumière tout à fait différente et que la théorie du calcul de polarisation qui

---

(1) P. Soleillet, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 212.
(2) A. Ellet et L. Larrick, *Phys. Rev.*, 39, 1932, p. 294.

fait intervenir la structure hyperfine des raies permet d'admettre une telle influence de la source.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité électrique de l'eau.* Note (¹) de MM. **André Kling** et **Arnold Lassieur**, présentée par M. Jean Perrin.

Il y a quelques années, nous avons effectué des expériences en vue de fixer l'exposant d'hydrogène de l'eau. D'après notre travail, la valeur trouvée (pH = 5,8) s'écartant du nombre théorique (pH = 7) on peut craindre que l'acidité constatée soit due à la présence de petites quantités de gaz carbonique. Nos expériences ont été conduites de façon à éviter cette cause d'erreur, mais, pour plus de sûreté, nous avions voulu corroborer la détermination du pH par une mesure de conductibilité électrique, toute impureté devant retentir sur cette constante. Dans nos publications, nous n'avons cependant fait aucune mention de ces mesures qui nous ont donné des résultats inutilisables, soit pour confirmer, soit pour infirmer nos déterminations de pH.

M. Cliquet-Pleyel ayant récemment recommandé de vérifier l'exposant d'hydrogène de l'eau distillée au moyen d'une mesure de conductibilité, nous sommes donc amenés à faire connaître nos anciens résultats.

On sait qu'un des moyens de déterminer la constante de dissociation de l'eau, et partant son pH, repose sur la mesure de la conductibilité électrique qui ne doit être due qu'aux ions H et OH de l'eau, pour peu qu'on admette une dissociation unique en ces ions. En employant la valeur donnée par Kohlrausch pour la conductibilité de l'eau $0,04 \times 10^{-6}$, on trouve pH = 7. On peut donc penser qu'il y a donc bien relation entre ces deux grandeurs, et conseiller de vérifier l'une par l'autre.

En réalité, la conductibilité électrique de l'eau semble une valeur éminemment variable selon les circonstances, indépendamment de toute présence d'impuretés.

Nous avons trouvé que l'eau purifiée par rectification, dans un alambic de platine, présente toujours une forte conductibilité. Par exemple, une eau bien purifiée possède la conductibilité $2,0 \times 10^{-6}$. Bouillie dans un récipient de platine, puis refroidie rapidement, sa conductibilité monte à $2,3 \times 10^{-6}$. Cette eau saturée de gaz carbonique voit sa conductibilité

(¹) Séance du 8 juillet 1935.

s'élever à 30×10^{-6}. Bouillie pendant deux minutes, sa conductibilité prend la valeur $3,0 \times 10^{-6}$, associée à un pH colorimétrique de l'eau égal à 5,8, alors qu'elle semble débarrassée complètement de gaz carbonique.

Avec une eau ainsi purifiée, nous avons préparé des solutions titrées de gaz carbonique, lesquelles ont présenté les caractéristiques suivantes :

Concentration en CO^2..................	$\frac{N}{1000}$	$\frac{N}{10\,000}$	$\frac{N}{100\,000}$
Conductibilité..........................	$4,8 \times 10^{-6}$	$3,0 \times 10^{-6}$	$2,2 \times 10^{-6}$
pH....................................	5,3	5,6	5,8

Nous avons conclu de ces essais que les mesures de conductibilité électrique sont impuissantes à mettre en évidence la présence de petites quantités de gaz carbonique dissous dans l'eau pure, aussi n'avions-nous pas fait état de ces mesures.

Nous voulons en outre attirer l'attention sur le fait que la conductibilité électrique de l'eau ne semble pas une constante. On voit, par l'examen des nombres donnés plus haut, que la distillation, dans un appareil de platine, fournit une eau très conductrice, beaucoup plus que ne l'est une eau rectifiée dans un alambic de verre [1]. Il apparaît donc qu'il serait vain d'essayer de vérifier la valeur d'une mesure de pH par la détermination d'une conductibilité, laquelle, jusqu'à nouvel ordre, semble, dans le cas de l'eau pure, dépendre du mode de purification de cette eau.

OPTIQUE APPLIQUÉE. — *Recherche de l'éclairage optimum des photographies et des gravures.* Note de M. **Georges Colange**, présentée par M. Charles Fabry.

A. Si l'on mesure suivant la normale la brillance d'un échantillon de papier photographique blanc éclairé à 45°, puis, dans les mêmes conditions, la brillance d'un échantillon du même papier noirci, le logarithme du rapport des deux brillances est la définition usuelle de la densité D de l'impression photographique.

On a fait des mesures de densités en prenant pour l'incidence de l'éclairage d'autres angles, en particulier, 20° (incidence voisine de la normale,

---

(1) Bordas et Touplain, *Annales des Falsifications*, 19, 1926, p. 134.

densité correspondante D_{20}) et 70° (incidence très oblique, D_{70}). On a pu constater que, quels que soient les papiers employés :

1° les courbes de D_{20} et de D_{70} en fonction des temps de pose ont même allure que la courbe classique des densités D;

2° quel que soit le noircissement, on a $D_{70} > D > D_{20}$;

3° la différence $D_{70} - D_{20}$ croît avec la densité;

4° on peut en déduire que, pour deux plages a et b, on aura toujours $D^a_{70} - D^b_{70} > D^a_{20} - D^b_{20}$, ce qui veut dire que *les contrastes croissent avec l'incidence de la lumière*.

Il est difficile de donner des chiffres, car la valeur de $D_{70} - D_{20}$ pour une densité donnée varie beaucoup avec la contexture superficielle du papier. Le maximum constaté dans les noirs intenses a été de 0,4 pour les papiers mats et de 0,1 pour les papiers brillants.

On peut faire des constatations analogues aux précédentes pour toutes les impressions en noir (gravures au burin, eaux-fortes, gravures sur bois, lettres imprimées, etc.).

B. De ce qui précède on peut tirer les conséquences suivantes :

1° lorsqu'on fait des mesures de densités de papiers photographiques, il importe de définir avec soin l'angle d'incidence de l'éclairage;

2° les mesures d'acuité visuelle, au moyen de tests opaques, n'ont de sens que si l'on définit non seulement l'éclairement, mais encore l'angle d'incidence de la lumière; en effet, sur le tableau de lettres de grandeurs décroissantes des oculistes, on lit aisément deux lignes de plus sous une incidence très oblique de l'éclairage que sous une incidence voisine de la normale, ceci pour un même éclairement;

3° pour l'examen des photographies et gravures en noir : si la gravure est trop uniforme et trop douce, l'éclairage très oblique la durcira, lui donnera du relief et fera sortir les détails; si elle est trop dure, l'éclairage voisin de la normale l'adoucira, atténuera les contrastes et noiera les détails dans un effet de flou.

C. Cet examen des gravures peut facilement se faire devant un auditoire. Les spectateurs sont placés dans le voisinage de la normale à la gravure ou à l'affiche à étudier. Un commutateur permet d'allumer successivement plusieurs lampes donnant le même éclairement sous des incidences différentes. Si l'on passe rapidement d'une lampe à l'autre, l'effet obtenu est extrêmement net, les spectateurs voient les contrastes augmenter considérablement sous l'éclairage très oblique et lisent des caractères qu'ils ne peuvent déchiffrer autrement.

D. Pour les gravures en couleur et tableaux peints à l'huile, on n'a pas essayé de faire des mesures de contrastes, ici d'ailleurs difficiles à définir; mais on a répété l'expérience précédente, elle est aussi nette; là encore les contrastes augmentent beaucoup en éclairage très oblique. Ceci a été utilisé dans quelques trop rares Musées, où le tableau le plus connu est éclairé par des ouvertures latérales disposées à cet effet.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la structure des alliages nickel-cobalt.* Note [1] de MM. **Witold Broniewski** et **W. Pietrek**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Dans cette étude, comme dans des recherches précédentes, concernant les alliages fer-nickel [2], nous nous sommes astreints à mesurer un certain nombre de paramètres sur les mêmes échantillons. Les métaux employés étaient le nickel et le cobalt électrolytiques; l'alliage, fondu dans le vide d'un four à haute fréquence, montait dans un tube de silice de 5^{mm}, comme dans un tube barométrique, lorsque la pression atmosphérique se trouvait rétablie dans le four.

Les échantillons, ainsi préparés, subissaient une homogénéisation par recuit de 24 heures à 800° et un refroidissement lent, en 24 heures jusqu'à la température ordinaire. Les alliages étaient difficilement attaquables par des réactifs et la micrographie ne paraissait y mettre en évidence qu'une seule phase, où les différences de coloration pouvaient être attribuées à l'orientation différente des cristaux.

Les résultats de notre étude sont reproduits sur la figure ci-après.

Les points singuliers apparaissent sur certaines courbes (p, d, $2e$, H, V, χ) particulièrement aux environs de 75 pour 100 de cobalt. Bien que cette composition correspond approximativement à $NiCo^3$, l'existence de ce composé défini apparaît peu probable, étant donné que ni la conductivité électrique (C), ni le coefficient de température de la résistance électrique (α) ne manifestent sa présence.

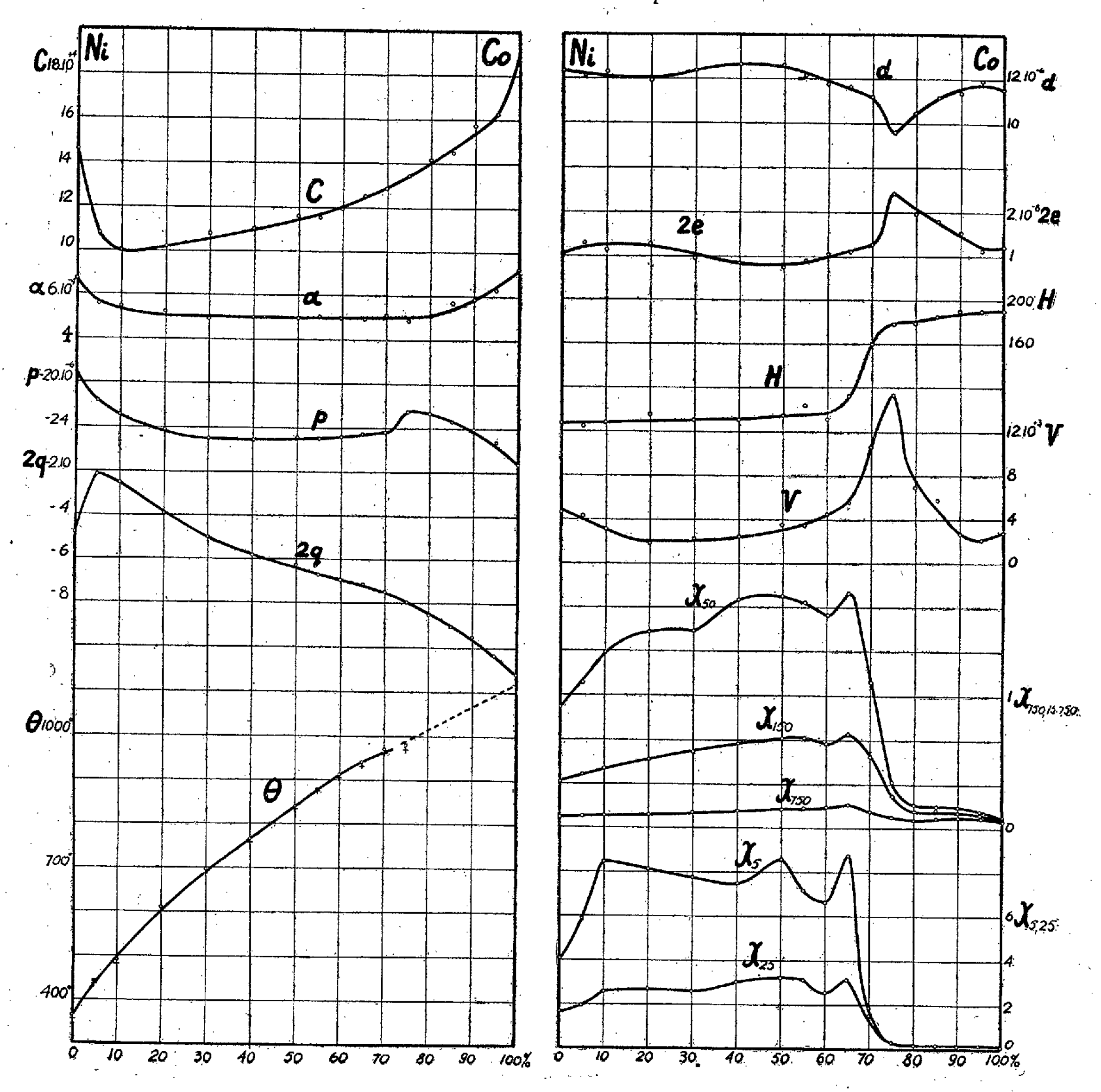
Une liaison plus probable paraît exister entre ces points singuliers et la transformation allotropique qui apparaît dans le cobalt vers 403° et s'abaisse pour la teneur des points singuliers jusqu'à la température ambiante (Masumoto, 1926).

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.

(2) W. Broniewski et J. Smolinski, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1793.

Pour 100 *de cobalt en poids.*



Propriétés physiques des alliages nickel–cobalt en fonction de la composition.

C, conductivité électrique à 0° en ohms par centimètre cube; α, coefficient de température de la résistance électrique entre 0 et 100°; *p*, pouvoir thermoélectrique à 0°, par rapport au plomb, en volts; 2*q*, variation du pouvoir thermoélectrique entre — 80° et + 100°; θ, température des points de Curie enregistrés à l'échauffement (cercles) et au refroidissement (croix); *d*, coefficient de dilatation à 0°; 2*e*, variation du coefficient de dilatation entre 17° et 444°; H, dureté Brinelli; V, perte, en ergs par gramme, pour un cycle d'hystérésis dans un champ de 150 gauss; χ, coefficient d'aimantation spécifique dans des champs de 5, 25, 50, 150 et 750 gauss.

Ainsi les paramètres étudiés ne nous permettent de signaler aucun composé défini dans les alliages nickel-cobalt. A la température ordinaire, ces alliages paraissent constitués jusqu'à 75 pour 100 de cobalt par une solution solide de cobalt γ dans le nickel α, alors que pour les teneurs plus riches en cobalt une solution solide de nickel α dans le cobalt H paraît avoir lieu.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Fluorescence de quelques corps purs.* Note ([1]) de MM. **Étienne Canals, Pierre Peyrot** et **Roger Noël**, présentée par M. Marcel Delépine.

De la méthode ([2]) que nous avions utilisée pour déterminer la faible fluorescence des corps purs, rappelons seulement que l'on détermine le rapport $2f/(I+i)$ par des mesures de dépolarisation de la lumière diffusée, $2f$ représentant l'intensité de la lumière de fluorescence et $(I+i)$ celle de la lumière diffusée.

Les résultats obtenus par cette méthode ne sont exacts que, si d'une part, la lumière de fluorescence est dépolarisée et d'autre part, des raies ou bandes Raman intenses et peu polarisée ne se superposent pas à la lumière de fluorescence.

Dans le premier cas, si la lumière de fluorescence est polarisée, il faut déterminer le rapport $(\Phi+\varphi)/(I+i)$ dans lequel Φ représente la composante verticale de la lumière de fluorescence et φ la composante horizontale. Pour cela, on mesure

$$\rho_1=\frac{\varphi}{\Phi},\qquad \rho=\frac{i}{I}\qquad \text{et}\qquad \rho'=\frac{i+\varphi}{I+\Phi}.$$

D'ou l'on tire

$$\frac{\Phi+\varphi}{I+i}=\frac{(1+\rho_1)}{(\rho_1-\rho')}\times\frac{(\rho'-\rho)}{(1+\rho)}.$$

Dans le second cas, il faut tenir compte de l'intensité de la lumière Raman, excitée seulement, par 3650 Å et les raies violettes du mercure; les raies Raman excitées par l'indigo ne produisent pas de changement du facteur de dépolarisation quand on déplace l'écran.

([1]) Séance du 8 juillet 1935.

([2]) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1992.

Par conséquent, il est nécessaire d'établir un spectre de diffusion du corps étudié pour déterminer l'état de polarisation du spectre de fluorescence, la présence, la dépolarisation et l'importance des raies ou bandes Raman. D'où la nécessité, pour cela, de réaliser un montage analogue à celui qui sert pour la dépolarisation des raies Raman (1).

Voici les résultats que nous avons obtenus pour quelques acides organiques, avec lesquels la lumière de fluorescence est dépolarisée et l'action perturbatrice des raies Raman est négligeable.

	Acides						
	formique.	acétique.	propionique.	butyrique norm.	isobutyrique.	valérique norm.	isovalérique.
100ρ....	52,8	39,8	34,0	36,8	21,7	29,5	27,1
$\frac{2f}{1+i}$....	0,04	0,12	0,19	0,11	0,12	0,24	0,10

1° Les facteurs de dépolarisation des acides formique et butyrique normal sont voisins de ceux trouvés par Krishnan. Par contre nos valeurs pour les acides en C^2 et en C^3 sont plus faibles. Les facteurs de dépolarisation des acides isobutyrique, valérique normal et isovalérique ne semblent pas avoir été mesurés avant nous.

On peut faire avec ces facteurs de dépolarisation déterminés par nous une remarque analogue à celle de J. Cabannes (2) pour les molécules des premiers acides gras pris à l'état de vapeur. On observe, en effet, que le facteur de dépolarisation diminue lorsque l'on passe de l'acide formique à l'acide valérique; la diminution étant surtout très nette lorsque l'on passe du premier terme au second. Donc, le remplacement de H non acide par un radical hydrocarboné diminue l'anisotropie de la molécule. La diminution paraît d'autant plus forte que le radical hydrocarboné a un nombre d'atomes de carbone plus élevé, exception faite pour l'acide butyrique normal dont le facteur de dépolarisation est voisin et un peu plus fort que celui de l'acide propionique. De même l'anisotropie diminue lorsque l'on passe des acides butyrique et valérique normal à leurs isomères.

2° Les acides purs étudiés nous ont tous donné un spectre de fluorescence sensiblement dépolarisé s'étendant de 4400 Å à 4900 Å avec un

(1) J. Cabannes, Communication faite à la troisième réunion de l'Institut d'optique de l'année 1932, *Annales de Phys.*, 10e série, **19**, 1933, p. 232.

(2) *Anisotropie des molécules*, Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, 1930.

maximum vers 4700 Å. Les spectres Raman de ces corps ne présentent pas comme quelques alcools que nous avons également étudiés la bande OH de 3400 cm^{-1}. Par conséquent, nous avons pu calculer l'intensité relative de la fluorescence par la formule $2f/I + i$ indiquée dans les Communications précédentes.

Les corps purs étudiés sont donc fluorescents et l'intensité relative de la fluorescence à l'intensité de la lumière diffusée croît approximativement en passant de l'acide formique à l'acide valérique. Ici encore l'acide formique, avec sa très faible fluorescence, semble se différencier de ses homologues supérieurs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'adsorption par le charbon actif des vapeurs organiques diluées et leur désorption par l'air non vicié.* Note de M. **Arthur Akermann**, présentée par M. Marcel Delépine.

On sait que la quantité de vapeur adsorbée par un charbon actif déterminé varie avec plusieurs facteurs, mais jusqu'ici aucune règle ne permettait de savoir quel serait, pour une vapeur organique quelconque, le rapport du poids de l'adsorbé au poids de l'adsorbant.

Adsorption à la saturation. — En réglant la quantité de vapeur dans l'air de manière à obtenir une pression partielle constante, on observe qu'à saturation du charbon la vapeur adsorbée, exprimée en volume de produit liquéfié, occupe un espace déterminé, pratiquement indépendant des caractéristiques chimiques et physiques du produit adsorbé.

Ainsi par exemple, 100^g de charbon de noix de coco, activé par les gaz, adsorbent à la saturation, lorsque la pression partielle de la vapeur est 8,6 pour 100 de la pression saturante, les quantités de solvants suivantes : acétate d'éthyle, 52^{cm^3}; acétone, 48; benzène, 48; bromure de benzyle, 53; chloropicrine, 50; pyridine, 50; sulfure de carbone, 51; sulfure de bis-chloro-éthyle, 47; tétrachlorure de carbone, 49; trichloroéthylène, 52.

Si le taux de la pression varie en plus ou en moins, le volume de liquide adsorbé varie dans le même sens.

Les produits qui en présence du charbon subissent une action chimique notable font exception à cette règle (alcool éthylique, 40).

Adsorption à la rupture. — Si l'on opère avec un charbon à granulation appropriée et que la vitesse apparente de l'air vicié ne dépasse pas certaines limites supérieures, elles-mêmes variables avec la vitesse d'adsorption, la

règle, ci-dessus énoncée, est valable également à la rupture, c'est-à-dire au moment ou l'air sortant contient les premières traces décelables de vapeur organique.

Influence de la vitesse d'adsorption sur la rupture. — Il y a lieu de remarquer que plusieurs facteurs influent sur le taux d'adsorption à la rupture. On peut varier ce dernier en agissant sur la vitesse d'adsorption. Lorsque la quantité de produit à adsorber par unité de temps est inférieure à celle correspondant à la vitesse d'adsorption, le taux d'adsorption à la rupture est voisin de celui obtenu à la saturation. On peut, dans certains cas, diminuer la vitesse d'adsorption en humidifiant le charbon et l'air vicié.

Pour un charbon déterminé, l'influence de l'abaissement de la vitesse d'adsorption par humidification varie dans de très larges limites lorsqu'on passe d'un adsorbé à un autre.

Ainsi, par exemple, si l'on humidifie àsaturation le charbon et l'air vicié, le taux d'adsorption à la rupture pour la chloropicrine tombe au quart du taux de saturation, tandis que, dans les mêmes conditions d'humidification, il tombe pour le sulfure de carbone au vingtième.

Un nouveau facteur joue donc ici un rôle considérable. C'est vraisemblablement à l'intensité d'adsorption (terme créé par I. Traube) que doit être attribuée cette influence essentiellement variable avec l'adsorbé.

La désorption du charbon par l'air non vicié. — On désigne par désorption le phénomène inverse de l'adsorption. Lorsqu'on fait passer un courant d'air non vicié à travers une couche de charbon fortement chargé, l'air désorbe le charbon.

Dans des conditions comparables de désorption et pour un adsorbé déterminé, la quantité retenue par le charbon varie avec la structure, les prétraitements et l'activité du charbon (¹).

En opérant sur les mêmes charbons, mais chargés de chloropicrine, nous avons pu confirmer entièrement les conclusions de Krczil.

Nous avons trouvé, en outre, que pour un charbon déterminé la quantité d'adsorbé retenu après désorption varie dans de très larges limites. Néanmoins il semble qu'il ne doit pas être possible d'expulser quantitativement hors d'un charbon le produit adsorbé.

La quantité d'adsorbé retenu, après désorption avec un volume d'air égal ou supérieur à 50 000 fois le volume du charbon, dépend à la fois de la

---

(¹) Krczil, *Kolloid-Zeitschrift*, 66, 1934, p. 155; 67, 1934, p. 161, 163, 277; 68, 1934, p. 29.

nature de l'adsorbé, de la structure de l'adsorbant et de l'affinité de l'un pour l'autre.

Ainsi, par exemple, le charbon mentionné ci-dessus et dont 100^g adsorbent à la saturation sensiblement 50^{cm^3} de solvant, retient après désorption les volumes suivants : acétate d'éthyle, 19^{cm^3} ; acétone, 7 ; benzène, 18 ; bromure de benzyle, 51 ; chloropicrine, 30 ; pyridine, 29 ; sulfure de carbone, 4 ; sulfure de bis-chloro-éthyle, 19 ; trichloréthylène, 24 ; eau, 1 à 2 ; alcool, 10.

Nous pensons que la quantité d'adsorb éretenu, après désorption poussée, peut servir à la détermination de l'intensité d'adsorption.

L'étude de la désorption par l'air de charbons techniques et plus particulièrement de charbons de masques, chargés de toxiques susceptibles d'être utilisés comme gaz de combat, non seulement présente un intérêt scientifique, mais a, en plus, l'avantage d'indiquer jusqu'à quel taux un charbon de masques peut être chargé sans risque d'intoxication par suite d'un port de masque prolongé en air non vicié. Il en est de même en ce qui concerne la protection par abris collectifs.

MÉTALLURGIE. — *Sur une nouvelle méthode d'extraction des gaz dans les métaux.* Note de MM. **Léon Moreau**, **Georges Chaudron** et **Albert Portevin**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Les gaz retenus par les métaux se trouvent sous trois états :

1° ils peuvent être retenus physiquement en surface par absorption ;

2° ils existent retenus mécaniquement dans le métal solide ou liquide sous forme d'inclusions gazeuses ;

3° ils sont retenus chimiquement sous forme de solutions solides ou d'un constituant isolé dans la masse métallique.

Jusqu'à présent, les différentes méthodes d'extraction des gaz se divisaient en deux groupes :

1° extraction dans le vide sur métal solide ou liquide ;

2° extraction par attaque chimique du métal.

Les méthodes du premier groupe ne donnent aucune indication sur l'état sous lequel se trouvent retenus les gaz. Elles sont longues et incomplètes ; comme nous le verrons plus loin, elles ne décèlent même qu'une fraction faible des gaz contenus dans les métaux.

Les méthodes du second groupe ne peuvent être employées que dans des cas très particuliers; nous citerons, comme exemple le dosage de l'azote sous forme de nitrures fixés par l'aluminium; nous utiliserons les résultats de cette méthode plus loin.

Nous avons mis au point un nouveau procédé de dégazage des métaux, consistant à placer l'échantillon métallique dans un tube à décharge dans le vide, dont il forme l'une des électrodes (dans nos expériences, la cathode). La tension entre les bornes peut être élevée jusqu'à 150000 volts; sous un débit de 5 milliampères, la cathode ne chauffe pas et l'extraction se fait à froid. Le tube à décharge est en communication avec une trompe Langmuir en série avec une chute à mercure.

Le mécanisme d'extraction rapide peut s'expliquer ainsi : les molécules en surface sont ionisées et entraînées dans le champ électrique et le renouvellement s'effectue par diffusion dans le métal. Si la feuille métallique échantillon a une épaisseur de l'ordre du millimètre, on sera obligé de procéder en plusieurs opérations séparées par des intervalles de repos de l'ordre de 24 heures. On peut accélérer la diffusion par chauffage (par induction par exemple) et dans ce cas, l'extraction totale en une seule opération peut être réalisée sur des épaisseurs de quelques millimètres.

C'est ainsi qu'elle est réduite à quelques heures au lieu de demander plusieurs semaines pour le même volume gazeux extrait de l'aluminium à l'état solide entre 550° et 600°.

Dès à présent, les essais effectués à froid ont porté sur les métaux suivants : aluminium, calcium, fer, magnésium. Ils ont donné lieu aux observations suivantes. La vitesse de dégazage par cette nouvelle méthode est beaucoup plus rapide.

D'autre part les quantités extraites sont tout à fait différentes; comme exemple nous indiquerons les expériences suivantes faites sur l'aluminium :

Méthode de dégazage.	Volume de gaz (cm³ pour 100g).	Proportion des divers gaz extraits (%).			
		CO^2.	N^2.	CO.	H^2.
Fusion sous un vide de l'ordre du millième de millimètre de mercure	7,3 (¹)	1	20	22	57
Nouvelle méthode appliquée à l'échantillon précédent après fusion sous vide	120	2,3 (²)	6	15,8	75,7

(¹) Valeur en accord avec celles indiquées également par divers auteurs.

(²) CO^2 fixé sur la tôle après laminage du lingot dégazé.

La possibilité que l'on a de pouvoir doser les nitrures dans l'aluminium, nous a permis d'interpréter les expériences suivantes :

	Azote extrait ou dosé (cm^3 pour 100^g).		
Métaux étudiés.	A. — Nouvelle méthode.	B. Dosé sur métal dégazé (nitrure restant).	C. — Dosage métal initial.
1. Aluminium commercial	12,5	2,8	13
2. Aluminium 99,99	7,2	3,1	10,6
3. Aluminium chargé d'azote par barbotage dans le métal fondu	36	0	18,8
4. Calcium pur	45	55	118

On voit que sensiblement, sauf dans le cas de l'expérience 3,

$$A + B = C.$$

La nouvelle méthode extrait donc l'azote existant dans l'aluminium sous forme de nitrure et d'inclusions (expérience 3).

On peut constater sur le tableau suivant que la nouvelle méthode permet un *départ sélectif des gaz;* ces expériences ont été faites sur un échantillon d'une épaisseur de 4^{mm} et à froid.

Numéro d'ordre de l'extraction.	Volume extrait en centimètres cubes pour 100^g de métal.	Proportion pour 100 des divers gaz extraits.			
		CO^2.	N^2.	CO.	H^2.
1........	76	1,6	6	28	64
2........	32	0	2	15	83
3........	24		0	8,5	91
4........	17,5			0	100

On peut espérer, en ayant recours conjointement à cette nouvelle méthode et à l'extraction sous vide en partant du métal fondu, avoir des renseignements sur les différents gaz existant sous les divers états (absorbés, inclus, dissous et combinés) et, par suite, en définir respectivement le rôle au point de vue métallurgique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le système : iodure d'antimoine, iodure d'ammonium, eau.* Note [1] de M. **Félix François.**

De nombreux iodures doubles d'antimoine et d'ammonium, préparés de façons diverses, ont déjà été signalés : $4.SbI^3, 3.NH^4I, 9.H^2O$; $SbI^3, 4NH^4I, 3H^2O$ [Schaeffer [2]]; $2SbI^3, 3NH^4I, 3H^2O$ [Shaeffer [2], Caven [3]]; $SbI^3, NH^4I, 2H^2O$; $SbI^3, 2NH^4I, 2{,}5H^2O$ [Nicklès [4]].

Je me suis proposé d'étudier le système (iodure d'antimoine, iodure d'ammonium et eau) par la méthode des solubilités à température constante, en utilisant la méthode des restes pour la détermination des solides.

Pour des liqueurs peu concentrées en iodure d'ammonium, une partie de l'iodure d'antimoine est hydrolysée. Je me suis limité à l'étude des cas où l'hydrolyse était négligeable.

L'influence de la température sur le système m'a paru intéressante et j'ai dressé les isothermes de solubilité correspondant aux températures 11°, 20°, 35°, 50°, 75°.

Les isothermes relatifs à 11° et 20° comportent quatre branches : la branche I correspond au dépôt d'iodure d'ammonium; la branche II au dépôt du sel double $SbI^3, 4NH^4I, 3H^2O$; la branche III, très courte, d'autant plus courte que la température est plus élevée, répond au dépôt d'un corps rouge orangé soyeux qui se présente microscopiquement sous forme de fines aiguilles réunies en bottes très serrées et dont l'aspect ne correspond à aucun des iodures doubles décrits jusqu'ici. Les essais d'obtention d'une quantité de ce solide suffisante pour l'analyse ont toujours abouti à la prise en masse de l'ensemble en un feutrage cristallin inhomogène qui rendait toute agitation illusoire, en sorte que les nombreuses tentatives de détermination sont jusqu'ici restées infructueuses. La branche IV répond au dépôt du sel double $SbI^3, 2NH^4I, 2H^2O$.

Les isothermes relatifs à 35° et 50° se réduisent aux trois branches I, II, et IV : le corps rouge orangé n'y apparaît plus. La longueur de la

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.

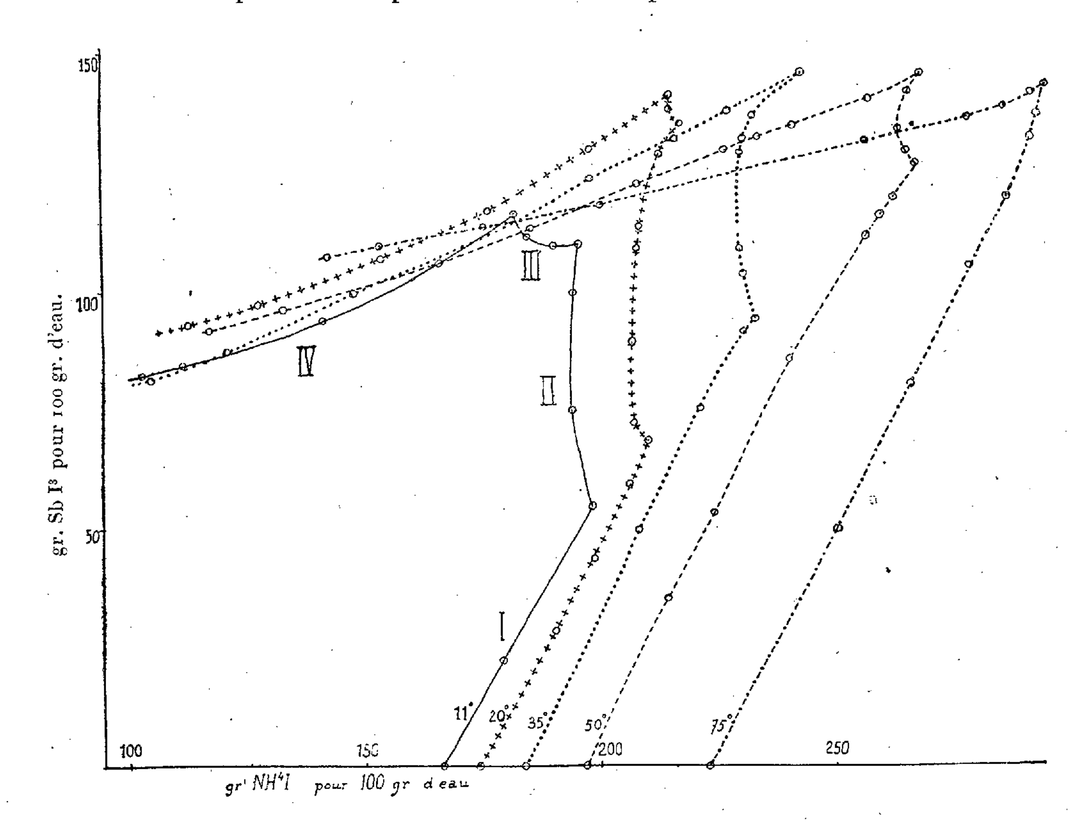
(2) Schaeffer, *Pogg. Ann.*, **109**, 1860, p. 613.

(3) Caven, *Proc. Chem. Soc.*, **21**, 1905, p. 187.

(4) Nicklès, *Comptes rendus*, **51**, 1860, p. 1097, et *J. Ph. et Ch.*, 3e série, **39**, 1861, p. 116.

branche II (dépôt : SbI^3, $4NH^4I$, $3H^2O$) diminue quand la température s'élève.

L'isotherme relatif à 75° ne comprend plus que les deux branches I et IV correspondant respectivement aux dépôts : NH^4I et SbI^3, $2NH^4I$,



$2H^2O$. L'influence de la température se fait peu sentir sur la branche IV qui subit cependant, de ce fait, un mouvement de bascule fort curieux.

L'étude du système (iodure d'antimoine, iodure d'ammonium et eau), limitée aux cas où il n'y a pas hydrolyse y montre l'existence de trois sels doubles. Le composé $SbI^3.4NH^4I.3H^2O$ déjà décrit par Schaeffer n'existe qu'au-dessous de 75° : on l'obtient facilement en gros cristaux du système quadratique, presque noirs, par évaporation de liqueurs convenables. L'iodure double SbI^3, $2NH^4I$, $2H^2O$ de coloration rouge clair est extrêmement altérable lorsqu'il est séparé de la liqueur qui le baignait. Le composé rouge orangé, très différent de toutes les variétés décrites n'existe qu'au-dessous de 20° environ.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le diméthyl-4.7-oxindol.*
Note ([1]) de M. **Victor Livovschi**, présentée par M. Marcel Delépine.

Depuis que la réactivité du groupe méthylénique de l'oxindol a été mise en évidence par A. Wahl et P. Bagard en 1909 ([2]), l'oxindol et ses dérivés ont suscité un grand nombre de travaux. C'est ainsi que Stollé, avec divers collaborateurs ([3]), a appliqué aux oxindols N-substitués les réactions que les auteurs précédents avaient observées avec le produit simple. Dans la suite, les méthyloxindols, les chlorooxindols, l'acide oxindolsulfonique ont conduit à un ensemble de réactions générales.

Dans le but d'étendre davantage ces généralisations, je me suis proposé de faire l'étude d'un diméthyloxindol non encore décrit, le dérivé 4.7-diméthylé, qui se prépare assez facilement en appliquant à la paraxylidine la méthode de Stollé ([4]).

Le *diméthyl-4.7-oxindol* formé suivant les réactions

CH³ / CH³ / NH² + ClCO.CH².Cl → CH³ / CH³ / NH—CO—CH²Cl $\xrightarrow{AlCl^3}$ CH³ / CH³ / CH² / CO / NH

est un composé qui peut être purifié par distillation dans le vide ou par recristallisation dans le benzène. Il forme des cristaux incolores, F. : 159°, Éb. (15°) : 200°. (Analyse : trouvé pour 100 : C = 74,60; H = 6,97; N = 8,78. Calculé pour $C^{10}H^{11}ON$: C = 74,53; H = 6,83; N = 8,70.)

Comme tous les dérivés de l'oxindol, il donne naissance à des *isoindogénides*. En particulier, il réagit avec les aldéhydes aromatiques quand on chauffe les corps réagissants dissous dans l'alcool, auquel on a ajouté une trace de pipéridine. Lorsque les proportions sont moléculaires, il se forme les dérivés *benzylidèniques* simples.

Ainsi la benzaldéhyde fournit un produit jaune orangé qui, recristallisé

([1]) Séance du 8 juillet 1935.
([2]) *Comptes rendus*, **148**, 1909, p. 716.
([3]) *Ber. dtsch. chem. Ges.*, **47**, 1914, p. 2120; *J. prakt. Chem.*, **105**, 1922, p. 137; **128**, 1930, p. 1; **135**, 1933, p. 345.
([4]) Brevet allemand 335765.

dans l'alcool, fond à 188°. C'est le *benzylidène-3-diméthyl-4.7-oxindol.* (Trouvé pour 100 : C = 82,02 ; H = 6,5 ; N = 5,61. Calculé pour $C^{17}H^{15}ON$: C = 81,92 ; H = 6,02 ; N = 5,62.)

$$(CH^3)^2C^6H^2\langle \begin{matrix} C = CH.C^6H^5 \\ NH - CO \end{matrix}$$

La parachlorbenzaldéhyde donne le *parachlorbenzylidènediméthyl-4.7-oxindol* en bâtonnets orangés, F. : 212-215°, dont l'analyse confirme la composition ; il en est de même avec l'orthosulfobenzaldéhyde qui conduit à l'*orthosulfobenzylidène-3-diméthyl-4.7-oxindol.*

Cependant, si la proportion d'aldéhyde diminue, on obtient fréquemment des composés qui résultent de la condensation de deux molécules de l'oxindol avec une seule molécule de l'aldéhyde. C'est ainsi qu'avec la benzaldéhyde il est possible d'obtenir des cristaux jaune d'or (benzène), F. : 172°, auxquels l'analyse assigne la formule $C^{27}H^{26}O^2N^2$ correspondant à

$$(CH^3)^2C^6H^2\langle \begin{matrix} CH \\ NH \end{matrix} \rangle CO \quad \begin{matrix} - CH - \\ | \\ C^6H^5 \end{matrix} \quad CO \langle \begin{matrix} CH \\ NH \end{matrix} \rangle C^6H^2(CH^3)^2.$$

La métaoxybenzaldéhyde donne de même un composé double en cristaux jaunes, F. : 164°, qui répond à la formule $C^{27}H^{26}O^3N^2$. (Trouvé pour 100 : C = 76,2 ; H = 6,12 ; N = 6,11. Calculé : C = 76,1 ; H = 6,09 ; N = 6,03.) D'ailleurs, Stollé a décrit un assez grand nombre de composés de ce genre.

Parmi les isoindogénides, le plus intéressant est celui qui correspond à l'isatine et qui s'obtient exactement dans les mêmes conditions suivant lesquelles A. Wahl et P. Bagard ont obtenu l'isoindigotine. On fait bouillir pendant quelque temps les proportions moléculaires de diméthyl-4.7-oxindol et d'isatine au sein d'acide acétique additionné de quelques gouttes de ClH ; la solution se colore en rouge et abandonne, par refroidissement, de petits cristaux foncés.

Recristallisés dans le nitrobenzène ou l'alcool benzylique ils présentent la composition de la *diméthyl-4.7-isoindigotine.*

L'acide sulfurique à 100 pour 100 transforme ce produit en un acide sulfonique, que la grande solubilité de ses sels rend difficile à isoler.

Cependant le sel de sodium forme des cristaux microscopiques dont la composition correspond à un *diméthyl-4.7-isoindigotine disulfonate de sodium.* (Trouvé pour 100 : Na = 9,49. Calculé = 9,31.) Il teint la laine, en bain acide, en orangé brunâtre.

Enfin, si la condensation avec l'isatine s'effectue en milieu alcalin, c'est-à-dire, en solution alcoolique ou éthérée, en présence de traces de pipéridine, il se forme le *diméthyl-4.7-isatane*, en prismes incolores microscopiques, qui résulte de l'addition des deux molécules réagissantes. (Analyse : trouvé pour 100 : C = 69,86; H = 5,24; N = 9,19. Calculé pour $C^{18}H^{16}O^{3}N^{2}$: C = 70,13; H = 5,19; N = 9,09.) Comme tous les isatanes, ce produit perd $H^{2}O$ sous l'influence des déshydratants en se transformant en diméthyl-4.7-isoindigotine précédente.

Ainsi toutes ces réactions du diméthyl-4.7-oxindol rentrent dans le cadre général de celles établies jusqu'ici pour l'oxindol et ses dérivés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Pyrolyse du pinène : sur un nouveau type de terpènes monocycliques, les pyronènes*. Note [1] de MM. **Georges Dupont** et **Raymond Dulou**, présentée par M. Robert Lespieau.

L'action de la chaleur sur le pinène ou sur les essences de térébenthine a fait l'objet de nombreux travaux. Ceux de Berthelot [2], Riban [3], Wallach [4], Conant et Carlson [5] etc. ont montré qu'entre 250° et 350°, le pinène s'isomérise en dipentène. Dans un travail récent, Arbusow [6] signale que, en phase vapeur vers 350°, on obtient en outre, en assez forte proportion, un terpène acyclique, l'alloocimène.

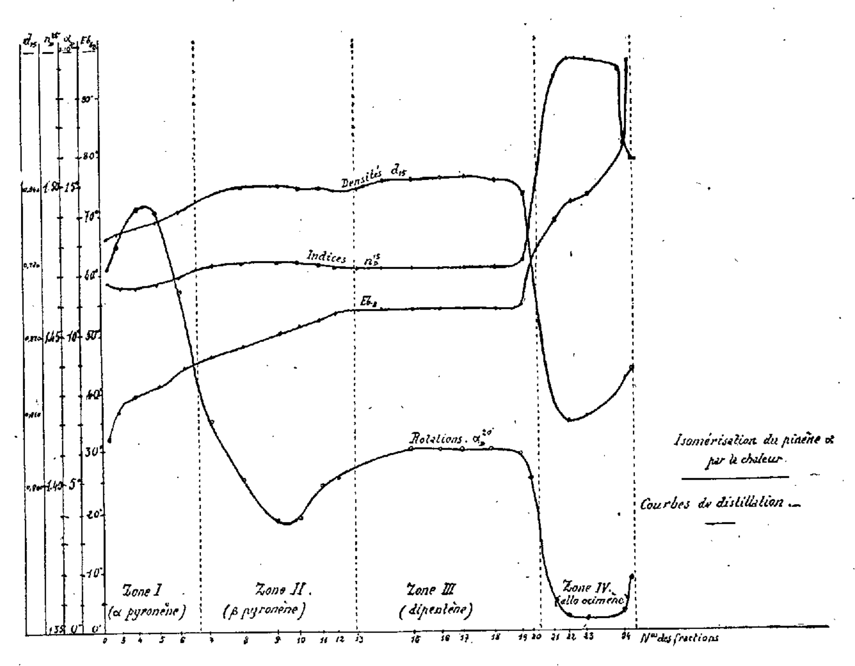
Mais à côté de ces deux produits, les divers auteurs signalent la présence d'autres carbures dont la nature n'a pu être précisée, sans doute parce qu'il ne leur correspond pas de dérivé cristallisé caractéristique.

Avec l'aide de la spectrographie Raman, nous avons repris cette étude et pu montrer que le produit principal de la pyrolyse (près de 50 pour 100) en phase vapeur à 350°, était un mélange de constituants terpéniques d'un type nouveau que nous avons désignés sous le nom de *pyronènes* pour rappeler leur origine.

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.
(2) *Ann. de Chimie*, 3e série, **39**, 1853, p. 9.
(3) *Ann. de Chimie*, 5e série, **6**, 1875, p. 216.
(4) *Lieb. Ann.*, **227**, 1885, p. 282.
(5) *J. Am. Chem. Soc.*, **51**, 1929, p. 3465.
(6) *Ber. deuts. chem. Ges.*, **67**, 1934, p. 562.

Notre essai a porté sur un pinène droit ($[\alpha]_D = +48^\circ$) extrait de l'essence de térébenthine d'Alep. Les vapeurs ont été conduites sur de la toile de cuivre maintenue dans un tube entre 300° et 350°. On n'a, à ces températures, pratiquement pas obtenu de dégagement gazeux mais uniquement des produits condensables qui ont été soumis à une double rectification par une colonne à plateaux. Les propriétés des fractions obtenues sont représentées par les courbes de la figure qui mettent en évidence



l'existence d'au moins quatre constituants, dominant respectivement dans chacune des zones I, II, III, IV.

Le spectre Raman de la fraction 17 (zone III) s'identifie avec celui du *limonène pur*. Le constituant largement dominant de la zone IV est l'alloocimène que nous avons pu identifier avec celui d'Arbusow par ses constantes physiques et par ses produits d'hydrogénation (dihydro par le sodium et l'alcool, hexahydro par le platine).

Les zones I et II contiennent principalement deux carbures terpéniques, l'un (pyronène α), à assez fort pouvoir rotatoire, dominant dans la fraction 4, l'autre (pyronène β), à faible pouvoir rotatoire, dominant dans la fraction 9.

L'étude des spectres Raman de ces diverses fractions conduit à attribuer à ces deux carbures les spectres suivants :

Pyronène α : 113 (f. 2), 210 (f. 4), 360 (f. 2), 431 (f. 2), 614 (an 6), 673 (an 8) 951 ? (f. 3), 1142 (an 3), 1164 (an 5), 1264 (an 4), 1287 (an 2), 1304 (an 2), 1343 (an 3), 1377 (an 3), 1400 (an 3), 1441-57 (f. 8), 1596 (an 18), 1657 (an 6).

Pyronène β : 298 (f. 3), 431 (f. 3), 590 (f. 2), 617 (an 8), 802 (an 3), 872 (an 3), 953 (f. 3), 1007 (f. 2), 1116 (an 4), 1141 (an 4), 1170 (an 5), 1213 (an 6), 1330 (f. 3), 1401 (an 6), 1423-58 (b. 8), 1594 (an 15), 1658 (f. 4).

L'étroite parenté de ces deux corps est indiquée par la concordance des raies de doubles liaisons (1596 et 1657). Leur nature a été précisée par leur hydrogénation catalytique. Par fixation de 4H sur les fractions 4 ou 9, on obtient un même carbure en $C^{10}H^{20}$ que nous avons identifié, par son spectre, avec le produit d'hydrogénation du méthylcyclogéraniolène préparé synthétiquement suivant les indications d'Escourrou ([1]), produit d'hydrogénation qui possède la formule (I) :

(I). (II). (III). (IV).

On doit donc, pensons-nous, attribuer aux pyronènes deux formules diéniques correspondantes telles que (II) et (III).

Le mécanisme de la pyrolyse du pinène (IV) paraît donc être le suivant : la scission de la molécule peut se produire :

1° en *a* en donnant les pyronènes α et β;

2° en *b* en donnant le limonène;

3° simultanément en *a* et *b* en donnant l'alloocimène.

Nous avons vérifié d'autre part que ni les pyronènes ni le limonène ne donnent, par une nouvelle pyrolyse, l'alloocimène, pas plus d'ailleurs que celui-ci ne donne de quantités notables de pyronène. On doit donc considérer les trois modes de rupture comme simultanés et indépendants.

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des brèches de Chassenon* (Charente). Note ([2]) de M. François Kraut.

Le Verrier et Ph. Glangeaud ([3]) ont indiqué l'existence aux environs de Rochechouart, d'une ancienne région volcanique, qu'ils ont rapportée au Permien ou au Carbonifère. Ils y signalent la présence de tufs et de brèches volcaniques et en donnent une description sommaire. Ces dernières apparaissent dans plusieurs affleurements sur une surface d'environ 80^{km^2}

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 39, 1926, p. 1127, 1461.

([2]) Séance du 8 juillet 1935.

([3]) Ph. Glangeaud, *Bull. Service de la Carte géologique*, 20, 1910, p. 93.

autour de Rochechouart. Elles reposent sur des schistes cristallins (micaschistes et gneiss), traversés par de nombreux filons de microgranite et de microdiorite.

J'en ai recueilli des échantillons dans les carrières Gallo-Romaines de Chassenon où ces brèches sont exploitées; leur étude détaillée m'a permis d'en préciser l'origine. Elles se présentent comme une formation assez nettement stratifiée. A l'œil nu, on voit de nombreux fragments englobés dans un ciment compact verdâtre. L'examen microscopique révèle une grande variété dans la nature de ces fragments.

On y remarque en effet *des roches éruptives* appartenant aux granites et diorites et à leurs formes microgrenues et microlitiques; *des grès* siliceux micacés; *des schistes cristallins* qui forment une partie considérable de toute la masse de la brèche. On voit encore dans les plaques minces des quartzites, des micaschistes à biotite, à deux micas ou à muscovite seule.

Le volume des fragments est très variable. Ceux d'une même espèce peuvent atteindre des dimensions de plusieurs décimètres cubes ou ne se trouver qu'en débris microscopiques. On voit, isolés, les phénocristaux des roches microgrenues accompagnés de quelques microlites.

On retrouve en outre des débris de tous les minéraux constituant les fragments. Enfin les cristaux eux-mêmes sont souvent émiettés et il semble que le ciment de la brèche soit constitué par la poussière résultant de cette trituration et englobée dans une masse argileuse isotrope. L'analyse thermique met en évidence la présence d'une argile perdant son eau vers 600° mais ne donnant pas lieu au phénomène exothermique à 950°, caractéristique de la kaolinite. Elle serait donc à rapporter au groupe beidellite-nontronite.

En ce qui concerne la forme des fragments, il faut souligner l'absence d'éléments roulés. Quelques microgranites seulement font exception. On voit, au microscope, des formes rectangulaires. Les formes polyédriques sont d'ailleurs assez fréquentes [Branco en a observé de pareilles dans les tufs bréchiformes des environs d'Urach (1)].

Les constituants les plus curieux et les plus instructifs au point de vue génétique sont des fragments dont la couleur change du vert foncé au jaune clair; ils sont parfois incolores en lames minces. Ils s'y présentent sous la forme de grandes plages isotropes creusées de nombreux pores

(1) *Schwabens* 125 *Vulkanembryonen und deren tüfferfüllte Ausbruchsröhren*, p. 504.

arrondis. Quand ces derniers sont grands, ils s'allongent et deviennent elliptiques, dans d'autres cas ils sont de forme quelconque. Ces fragments renferment parfois des silhouettes de cristaux (feldspaths détruits ?) ou des enclaves de roche. Certains d'entre eux ont une texture étirée et comme fluidale, parfois compliquée. A l'œil nu, ils apparaissent avec une texture spongieuse et l'on voit sous la loupe binoculaire que leurs vides sont tapissés de petites aiguilles que l'on identifie au microscope polarisant à la chlorite, au quartz, rarement à la calcite. Ces minéraux sont d'origine secondaire. Des cavités, en grand nombre, sont remplies par le ciment de la brèche.

Cette texture poreuse, souvent fluidale, dans une masse isotrope permet de supposer qu'il s'agit là de restes *de ponces ou de scories volcaniques*. Je les ai comparés aux éléments des brèches volcaniques provenant de différentes régions, par exemple des environs du Puy (tout particulièrement Sainte-Anne) [1], et j'ai pu observer que leur caractère avait une grande ressemblance avec ceux qui nous occupent, bien que vraisemblablement fournis par un magma de composition chimique différente.

On pourrait envisager qu'il s'agit là d'une brèche tectonique. Mais l'hétérogénéité de la constitution lithologique exclue cette hypothèse. Il y a eu transport de matière, mais sur un court trajet, vu la forme anguleuse des fragments et la quantité importante de ponces trop fragiles pour avoir pu résister à un long déplacement. On ne peut, d'autre part, accepter l'avis des auteurs cités plus haut sur leur origine purement volcanique, car, bien que les éléments attribués au volcanisme jouent un certain rôle parmi les constituants de ces brèches, la plus grande masse de la roche appartient au substratum ayant une autre origine.

Il résulte de ces considérations que les brèches de Chassenon sont *des formations nettement sédimentaires* où, au milieu de débris du substratum cristallin, se rencontrent des débris de ponces et de scories, provenant probablement d'un ancien volcan situé à peu de distance.

L'état de décomposition de ces matières volcaniques ne permet pas de préciser leur nature minéralogique initiale.

---

(1) BOULE, *Bull. Service de la Carte géologique*, 4, 1892, p. 193.

GÉOLOGIE. — *Recherches hydrologiques dans la Craie du Bassin de Paris*. Note de M. **Constantin-Pierre Nicolesco**, présentée par M. H. Douvillé.

Les géologues du Bassin de Paris et surtout de la Haute Normandie rencontrent des difficultés parfois très grandes pour la découverte de l'eau dans les terrains crayeux.

S'ils sont à peu près tous d'accord pour admettre que la craie ne renferme pas de niveaux aquifères continus, imprégnant uniformément la roche, mais simplement des réserves locales circulant le long de fissures disséminées irrégulièrement dans sa masse, chacun avoue qu'il est impossible de connaître la distribution de ces fissures et par conséquent des courants d'eau souterrains.

En général ces courants sont plus nombreux sous les vallées, dans des rides synclinales et au-dessus des bancs imperméables du Sénonien, du Turonien et du Cénomanien. C'est à peu près tout ce qu'on sait actuellement sur les eaux souterraines de la craie (¹).

Des recherches hydrologiques que je poursuis, depuis de nombreuses années, pour l'alimentation en eau potable de communes, appartenant à plusieurs départements, me permettent de signaler la présence de nombreuses failles dans la craie et de saisir leur rôle au point de vue hydrologique.

Parmi des forages, parfois très voisins, certains sont abondamment aquifères, d'autres à peu près stériles. L'insuccès est d'habitude attribué à des accidents de forage. En réalité, un sondage placé en aval de la pente des couches et en amont d'une faille est productif; par contre, tout forage implanté en aval d'une faille et près d'elle ne donne pas d'eau. Dans le premier cas, le puits reçoit des réserves aquifères d'affleurements alimentaires notables, dans le second cas il n'y a pas des réserves aquifères, faute de tels affleurements, et l'eau d'amont se perd dans la faille avant d'arriver au forage intéressé.

La connaissance de ces accidents est donc très importante.

A part les failles de Fécamp-Lillebonne, de Villequier, de Dieppe et de Rouen, M. P. Lemoine (²) nota une cassure depuis Fécamp jusqu'à Dieppe,

(¹) E.-A. Martel, *Traité des eaux souterraines*, p. 365 et *passim*, 1921.

(²) *Géologie profonde du Pays de Caux* (*A. F. A. S.*, 1914, p. 391, 1 carte).

entre les forages de Thiergeville et des Grandes Dalles, oblique à la côte marine et avec une dénivellation de 100^m pour le Gault; une autre dans le prolongement de la faille de Rouen à Pavilly et passant par Doudeville. G.-F. Dollfus (1) signala une fracture entre les sondages de Gruchet-le-Valasse et de Mirville, séparés par une dénivellation de 50^m. M. R. Furon (2) découvrit la faille du Roumois presque parallèle et aussi importante que celle de la Seine.

L'étude des coupes fournies par de nombreux forages du Pays de Caux et des régions limitrophes m'a révélé l'existence de cassures nombreuses et orientées suivant des directions cardinales perpendiculaires. Je citerai une fracture, OSO-ENE et avec une dénivellation de 50^m, entre Nointot et Raffetot, distants de 200^m; une cassure NNO-SSE entre Alliquerville et Yvetot, où l'Albien a été respectivement rencontré aux cotes + 25 et — 28; une autre entre Yvetot et Sainte-Marie-des-Champs, à rejet de 43^m, l'Albien dans cette dernière commune ayant été touché à la cote + 15. D'autres fractures semblent exister entre les sondages de Saint-André-sur-Cailly, Clères, Grugny, etc.

De pareils accidents doivent diviser les strates crayeuses en quartiers grandioses, convexes ou concaves, affectés vraisemblablement à leur tour de cassures moins importantes. Deux coupes idéales menées l'une de Fécamp à Rouen, l'autre du Havre à la Somme, montreraient une structure plus complexe que celle des profils d'Hebert (3) et de M. Lemoine (4) et plutôt en dents de scie, à blocs limités par des cassures et disposés tantôt en escalier, tantôt à rejet compensateur, pareillement à ce qui se passe pour les grandes failles de la région.

Cet état de choses est confirmé aussi par le parallélisme des vallées, l'orientation orthogonale de leurs vallons secondaires et les coudes à angle droit du profil en long de certaines rivières, ainsi que par les accidents des falaises, en un mot par le modelé et la dislocation de la craie, sous l'action des agents dynamiques externes.

Il doit être dû au contre-coup des mouvements tectoniques qui ont eu lieu dans la région.

---

(1) *Faille de Bolbec-Lillebonne* (Seine-Inférieure) (*B. S. G. F.*, 4e série, **29**, 1929, p. 239).

(2) *Crétacé et Tertiaire à l'ouest d'Évreux* (Eure) (*B. S. G. F.*, 5e série, **4**, 1935, p. 493, fig. 1-6, 1 carte).

(3) *Ondulations de la craie, etc.* (*Ann. Sc. géol.*, **7**, 1878, p. 25, Pl. V).

(4) *Plissements souterrains du Gault, etc.* (*Comptes rendus*, **149**, 1909, p. 1020).

En résumé, la découverte de ces fractures de la région représente une contribution sérieuse à nos connaissances sur la structure et par là sur le mode de gisement des réserves aquifères dans la craie du Bassin de Paris.

Leur synthèse présente un intérêt pratique de premier plan.

GÉOLOGIE. — *Sur quelques dépôts tertiaires et quaternaires des îles du Cap Vert.* Note de MM. **Auguste Chevalier** et **Raymond Furon**, transmise par M. Lucien Cayeux.

Les premiers fossiles tertiaires de l'archipel furent découverts par Darwin et décrits par Sowerby ([1]). Ils provenaient d'un banc calcaire de l'île de San Thiago qui fut récemment décrit par M. B. Bebiano. M. Sousa Torrès considère le niveau comme helvétien ou tortonien ([2]).

L'étude des matériaux recueillis par l'un de nous (A. C.), en 1934, permet de développer nos connaissances sur le Tertiaire et le Quaternaire.

Il convient tout d'abord de noter que les formations néogènes et quaternaires des îles du Cap Vert ne forment qu'une frange étroite sur le littoral de certaines îles, pénétrant rarement jusqu'à 2^{km} dans l'intérieur.

Des dépôts néogènes ont été observés par l'un de nous au nord-ouest de San Thiago, dans la petite vallée de Tarrafal. Ils forment une falaise de quelques mètres sur la rive Nord et sont exploités comme pierre à chaux.

Les calcaires néogènes, recristallisés, sont intercalés entre deux coulées de balsate; ils contiennent des galets basaltiques, des Gastropodes et des Lamellibranches en mauvais état de conservation, des Algues calcaires et une grande abondance d'Amphistégines. De San Thiago et de Maio, proviennent plusieurs échantillons de *Crassostrea gryphoides* Schloth. (= *Ostrea gingensis*). Le cachet néogène de ces éléments n'est pas douteux, mais le niveau ne saurait être précisé. *Crassostrea gryphoides* est considérée comme vindobonienne au Maroc et aux îles du Cap Vert, mais elle est pliocène ou post-pliocène au Rio de Oro, actuelle à l'embouchure du Sénégal.

Nous en retiendrons toutefois que certaines des îles du Cap Vert, essentiellement volcaniques, étaient émergées au cours de la seconde moitié du Néogène et qu'elles étaient attaquées par une mer où vivait une faune chaude qui n'a pas beaucoup varié.

([1]) *Geological observations... during the voyage of H. S. M. « Beagle »*, 1833, p. 161.

([2]) *Bol. Agencia Geral Colonias*, Lisboa, n° 25, 1927, p. 1.

Le Quaternaire est constitué par des dépôts de plage ou de mer peu profonde. Ce sont des calcaires très durs, contenant des galets de basalte, des Algues calcaires et des Mollusques. C'est une telle formation qui se trouve dans l'île de Sal, à l'entrée de la petite baie de Pedra de Lume, là où Friedlaender avait cru reconnaître des dépôts crétacés analogues à ceux de l'île de Maio.

Les îles de Sal, de Boa Vista, Maio et San Antao ont fourni la faune quaternaire suivante : *Cerithium atratum*, *Cerithium guinaicum*, *Columbella rustica*, *Purpura neritoides*, *Conus papilionaceus*, *Conus mercator*, *Harpa rosea*, *Cypraea* sp., *Codokia* (*Lucina*) *Jagon*, *Senilia senilis* et *Ostrea* (*Ostreola*) *cucullata*.

Parmi les échantillons subfossiles provenant de la plage de l'île de Sal, Mme Paul Lemoine a déterminé deux Algues calcaires : *Lithophyllum Aninae* et *Mesophyllum erubescens*.

De tels conglomérats à ciment calcaire se forment encore actuellement sur quelques plages de Sal, San Antao et San Thiago; leur genèse a été exposée par C. Crossland (1).

Dans une Note récente (2), l'étude des dépôts quaternaires de l'ancien cratère de Pedra de Lume (île de Sal) amenait les auteurs à évoquer une liaison terrestre des Iles du Cap Vert et du Sénégal. On peut établir un certain parallélisme entre le volcanisme des Iles du Cap Vert et celui de la Presqu'île du Cap Vert (Sénégal). Les deux régions distantes de 450 milles ont été très troublées pendant le Quaternaire. A l'île de Fogo, on observe des sols rouges, fossiles, intercalés entre des coulées de basalte. Dans les falaises de San Felipe en particulier, on voit trois sols fossiles, le plus ancien plongeant sous la mer.

Les épanchements basaltiques de la Presqu'île et des îles du Cap Vert se sont étendus au delà de leurs affleurements actuels et les sondages récents ont démontré l'existence de nombreux volcans sous-marins entre la côte et les îles. Certaines îles volcaniques ont pu émerger au cours du Néogène et du Quaternaire et favoriser l'introduction dans l'archipel de certains éléments de la flore et de la faune du continent africain.

---

(1) *Proc. Zool. Soc. London*, 1, 1905, p. 170-186, 5 fig.

(2) A. Chevalier, L. Joleaud, G. Petit, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1334.

GÉOLOGIE. — *Sur la stratigraphie du Jurassique supérieur de Madagascar.* Note de MM. **Henri Besairie** et **Victor Hourcq**, présentée par M. Charles Jacob.

Nos explorations dans la bordure sédimentaire de l'ouest de Madagascar nous ont amené à préciser la stratigraphie du Jurassique supérieur. Le tableau suivant indique les zones dont les superpositions ont été reconnues sur le terrain, dans des dépôts généralement calcaires ou gréseux, et leurs équivalences avec les niveaux classiques de l'Europe et de l'Inde. Nous avons adopté la classification anglaise, plus commode pour établir les parallélismes avec la presqu'île de Katch.

1° Zone à *Macrocephalites* (*Pleurocephalites*) *habyensis* Spath, *M. madagascariensis* Lemoine, *M. formosus* Waagen, *Sphærotiaris vivaldii* Besairie : Bathonien supérieur, équivalent du *macrocephalus* inférieur de Spath. Très générale du Sud (Betioky) au Nord (Analalava).

2° Zone à *Macrocephalites charriensis* Waagen, *Macrocephalites* (*Dolikephalites*) aff. *typicus* Blake, *Sphæroceras* (*Kheraiceras*) *cosmopolita* Parona et Bonarelli : Callovien inférieur, équivalent du *macrocephalus* supérieur et des *rehmanni beds* du Katch. Bien individualisée à Antsiareza (Antsalova), à Ankirihitra 2 (Majunga) et à Misorobe 2 (Analalava).

3° Zone à *Reineckeia anceps* Reinecke et *Œcoptychius refractus* Reinecke : Callovien supérieur, équivalent de la zone à *anceps* du monde entier. Reconnue à Ambohidroa (Antsalova) et Ankirihitra 3 (Majunga).

4° Zone à *Peltoceras athleta* Phillips : Divésien inférieur, équivalent de la zone à *athleta* d'Europe et des *lower athleta beds* du Katch. Reconnue à Andranomiolaka (Morondava) et Ankirihitra 5 (Majunga).

5° Zone à *Peltoceras* (*Metapeltoceras*) sp., *Aspidoceras sparsispinum* Waagen : Divésien supérieur, équivalent des zones à *lamberti* et à *cordatus* d'Europe et des *upper athleta beds* et *Dhosa Oolithe* (S) du Katch. Reconnue dans tout le Nord-Ouest.

6° Zone à *Stephanoceras* (*Epimayaites*) *transiens* Waagen, *Taramelliceras* cf. *jumarense* d'Orbigny, *Peltoceratoides arduennense* d'Orbigny : Argovien, équivalent des zones à *perarmatum* et à *transversarium* d'Europe et des *lower* et *upper Dhosa oolithe* (*N W*) et *Kantcote sandstone* du Katch. Reconnue à Ambatomanendry et Andrangory (Morondava) à Mampikony 3 et à Manasamody 3 (Analalava).

7° Zone à *Aspidoceras* (*Epaspidoceras*) sp. et *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*) *subhelenæ* Spath : Argovien terminal, équivalent de la zone à *bimammatum* d'Europe et des *Kantocote sandstone* (E) du Katch affleure largement dans les collines au N.-E. de Manera (Tuléar).

8° Zone à *Perisphinctes* (*Nebrodites*) sp. : Kimmeridgien de base, équivalent de la zone à *altenensis* d'Europe et des *Belemnites marls of Jurum* du Katch. Reconnue à Ranomafaitsy 1 (Tuléar) et Manasamody 4 (Analalava).

9° Zone à *Aspidoceras acanthicum* Oppel, *Perisphinctes* (*Torquatisphinctes*) aff. *similis*, Spath, *Calliphylloceras benacense* Catullo : Kimmeridgien inférieur, équivalent de la zone à *tenuilobatus* d'Europe correspondant à une lacune du Katch. Reconnue à Ranomafaitsy 2 (Tuléar), Mampikony 4 et Manasamody 5 (Analalava).

10° Zone à *Aspidoceras* (*Physodoceras*) *avellanoïdes* Uhlig, *Waagenia hybonota* Oppel, *Haploceras staszii* Zeuchsner, *Haploceras percevali* Fontannes : Kimmeridgien moyen, équivalent des zones à *eudoxus* et à *steraspis* d'Europe et du *Katrol group* du Katch. Reconnue à Matavilefo 2 (Tuléar), Antsalova 1, Mampikony 5, Manasamody 5 (Analalava).

11° Zone à *Streblites indopictus* Uhlig, représentant peut-être le Kimmeridgien supérieur qui serait l'équivalent de la zone à *contiguus* d'Europe et des *Barren Upper Katrol Sandstone* et *Gudjinsir* du Katch. N'est connue qu'en un point de Madagascar à Antsalova 2.

12° Zone à *Virgatosphinctes andranosamontæ* Lemoine, *V. colcanapi* Lemoine, *Haploceras elimatum* Oppel, *Hecticoceras* (*Hildoglochyceras*) *kobelli* Oppel : Portlandien, équivalent des zones à *scythicus* et à *giganteus* d'Europe, des *Zamia shales* du Katch. Reconnue à Matavilefo 3 (Tuléar), Antsalova 3 et à Andranosamontana 1 (Analalava).

13° Zone à *Aulacosphinctes hollandi* Uhlig, *Blanfordiceras* sp. *Himalayaites* sp. : Tithonique, équivalent de la zone à *privacensis* d'Europe et des *Upper Umia* du Katch. Reconnue à Matavilefo 4 (Tuléar), Antsalova 4, Andranosamonta 2 (Analalava).

14° Zone à *Kilianella pexiptycha* Uhlig, *Thurmanites* cf. *boissieri Pictet*, : Infravalanginien, équivalent de la zone à boissieri d'Europe et des *Spiti shales*.

Les lacunes les plus importantes se trouvent dans le Sud-Ouest (Betioky) où le Jurassique post-callovien manque et dans l'Ouest (Antsalova) où le Kimmeridgien moyen repose directement sur la zone à *anceps*. Au Sud, dans la région de Tuléar le Divésien semble manquer, mais les coupes sont très complètes de l'Argovien au Tithonique. La série du Nord-Ouest (Majunga et Analalava) paraît complète.

Il faut noter, dans l'histoire du canal de Mozambique, une régression nette dans le Sud-Ouest à partir du Callovien supérieur, qui se manifeste aussi dans la région comprise entre Mandabe et Antsalova et, ensuite, une transgression qui débute à l'Argovien au voisinage de l'Onilahy et qui atteint son maximum au Kimmeridgien moyen.

Le Jurassique supérieur malgache offre, en outre, l'intérêt de montrer très nettement que, conformément aux idées nouvelles introduites par MM. Neaverson et Spath, il existe stratigraphiquement un Tithonique

vrai (correspondant au Volgien supérieur des régions boréales, au Purbeckien du Boulonnais et d'Angleterre), superposé à un Portlandien vrai (correspondant au Volgien inférieur).

HYDROLOGIE. — *Expérience à la fluorescéine sur les pertes de l'Ognon, à l'amont de Lure (Haute-Saône).* Note [1] de MM. **A. Guillerd** et **E. Bedon.**

L'Ognon, qui prend sa source au nord-est de Château-Lambert, sur un contrefort du ballon de Servance, a sa vallée très resserrée jusqu'à Mélisey. Orientée NE-SO, elle s'est creusée successivement en plein massif cristallin (granits et porphyres), puis a abordé, sous Servance, le Carbonifère et les grès triasiques.

Après Mélisey, l'Ognon débouche dans la vaste plaine d'alluvions glaciaires et anciennes de Lure.

A Froideterre, à 4^{km} au nord-est de Lure, la rivière quitte le grès bigarré et entre en contact avec le Muschelkalk calcaire. Immédiatement l'Ognon commence à se perdre dans son lit torrentiel non colmaté, au bénéfice d'une circulation souterraine établie dans la formation conchylienne.

La perte est totale lorsqu'en saison sèche le débit terminal, appauvri par l'absorption dans le lit perméable, n'atteint plus que 40 l/sec. En somme l'Ognon se perd déjà progressivement depuis 2^{km} quand il disparaît au gouffre terminal, lequel n'est marqué par aucune anomalie très apparente du lit.

Les eaux engouffrées de l'Ognon vont circuler dans les diaclases du Muschelkalk calcaire, fortement fissuré.

Des résurgences importantes s'y manifestent. Ce sont en particulier *La Font de Lure* et *La Noireau* du Magny-Vernois.

La Font est une profonde mardelle sourceuse qui se trouve devant la sous-préfecture de Lure, véritable cheminée à la nappe du Muschelkalk, donnant encore en basses eaux 200 litres-seconde.

La Noireau, à 2^{km} à l'aval de Lure, est une résurgence considérable débitant en moyenne 2^{m^3} à la seconde.

Les mesures de résistivité montrent le grand air de parenté existant entre

(1) Séance du 25 mars 1935.

ces sources, et leur relation probable avec l'Ognon, dont les eaux engouffrées se sont moyennement minéralisées dans leur rapide trajet souterrain à travers le Muschelkalk.

	Cote d'altitude.	Distance au gouffre.	Résistivité électrique en ohms.
Rivière Ognon aux pertes de Froideterre	301	»	13300
Source La Font, à Lure	291	2700^{m}	6830
Source Les Fincelles, à Lure	281	2500^{m}	2710
Source La Noireau, au Magny	286	4600^{m}	6100

On notera : 1° la faiblesse des pentes du circuit souterrain ; les pertes de l'Ognon se font à 10^{m} plus haut seulement que le plan d'émergence de La Font ; 2° l'indépendance de la Source des Fincelles, qui de même cote et sur le même champ émissif, n'a aucune liaison hydrologique avec la situation décrite. Les eaux de cette source témoignent d'une circulation dans les marnes du Keuper.

Deux expériences de coloration à l'aide de la fluorescéine ont été tentées en saison sèche sur cette situation hydrologique. La première en 1933 utilisa 1^{kg} de fluorescéine qui fut projeté au gouffre terminal de la rivière ; la coloration atteignit les sources de La Font et de la Noireau, à l'état de traces très faibles, visibles seulement à l'arc électrique.

Cette expérience fut reprise le 6 septembre 1934 à l'aide de 8^{kg} de fluorescéine.

La source de La Font fut colorée en 38 heures à la vitesse de 1^{km},6 par 24 heures et la Noireau en 47 heures, soit à la vitesse de 2^{km},4, chiffres en correspondance avec les débits respectifs de ces résurgences. La propagation du colorant se fit suivant des vitesses absolument identiques à celles de la première expérience. L'intensité fut, bien entendu, beaucoup plus grande et de l'ordre de 3^{g} pour 100$^{m^3}$ et ces colorations très visibles à l'œil nu, recueillirent leur habituel et légitime succès de curiosité.

En tenant compte des débits et des intensités de coloration mesurées dans les prélèvements successifs, on peut estimer que le tiers du colorant introduit réapparut à ces deux seules émergences.

La fluorescéine fut également notée aux diverses petites sources de cette même zone émissive.

Comme on pouvait s'y attendre, celle des Fincelles resta indemne de toute coloration au cours des deux expériences.

Outre la connaissance de la circulation souterraine locale, ces expériences marquent plusieurs particularités :

1° l'intérêt d'utiliser des doses élevées de colorant;

2° un puits situé 80m à l'amont des pertes de la rivière a été coloré, fait traduisant que sur cette distance les courants souterrains cheminent en sens inverse de la vallée;

3° une source à Velotte, à 8km des pertes et tarie au moment de l'expérience, s'est teintée quand elle s'est remise à couler, soit deux mois après la coloration du bassin, localisation et réapparition tardives de couleur comme en ont déjà observé MM. E.-A. Martel, Fournier, etc.;

4° cette expérience éclaire l'origine d'une sévère épidémie typhique qui frappa en 1898 la garnison de Lure, alimentée par des eaux appartenant à la circulation souterraine prospectée, alors que la population civile, restée fidèle à sa vieille alimentation par les Fincelles, fut épargnée.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la nécessité de l'étude de sections pour la détermination des Polypiers du Crétacé.* Note de M. **James Alloiteau**, présentée par M. Charles Jacob.

Au cours de recherches effectuées pour un travail d'ensemble sur les Anthozoaires du Crétacé supérieur, j'ai trouvé dans les collections Toucas et Pesme plusieurs formes nouvelles. Je ne retiens ici, à titre d'exemple, que deux d'entre elles.

La première provient, d'après Toucas, du Coniacien inférieur de Rennes-les-Bains; la seconde, du Coniacien supérieur du ravin de Montferrand dans la même région. Toutes deux portent la détermination *Trochosmilia inconstans* de From. Provisoirement, en attendant une figuration, je les désignerai respectivement par les symboles I et II.

Ce sont des formes libres, ayant le même aspect général d'une cupule aplatie latéralement et légèrement évasée, de sorte que l'extrémité pédonculaire dessine un angle aigu très ouvert, de 80° environ chez les deux individus. Leur muraille est nue, sans trace d'épithèque; leur costulation a beaucoup d'analogies et, chez les deux, entre les côtes, on observe des traverses exothécales ayant tendance à s'aligner suivant des plans horizontaux correspondant à des périodes d'accroissement. Une observation

rapide de la structure externe conduit donc à la même détermination spécifique de ces échantillons trochosmiliformes; mais l'étude de sections transversales amène à des résultats tout différents.

Le genre *Trochosmilia*, créé par Milne-Edwards et J. Haime ([1]), est caractérisé par ses auteurs comme possédant « des côtes simples, granulées, fines... jamais ramifiées », un « calice presque horizontal qui ne montre pas de columelle » et des cloisons « unies latéralement par d'abondantes traverses endothécales ». Or une section transversale, faite à au moins 1^{cm} du bord calicinal, prouve l'existence chez nos formes I et II d'une columelle lamellaire très étendue (21/32 de la longueur du grand axe calicinal chez I; 1/2 chez II). En outre, I ne possède aucune trace de formations endothécales, tandis que chez II on observe de nombreux dissépiments, se faisant plus rares seulement dans le voisinage de la columelle. Enfin, chez II existent de chaque côté de la columelle, des palis soudés sans loi apparente à la columelle, aux palis voisins et aux bords des septes des quatre premiers cycles.

Il s'agit donc de deux formes différentes, n'ayant de commun que l'aspect général et s'éloignant toutes deux des *Trochosmilia*.

L'étude des deux formes, représentées par d'assez nombreux exemplaires, conduit aux résultats suivants.

Forme I. — Côtes droites, parfois ramifiées dans la région pédonculaire, inégales de 2 en 2 sur une des faces aplaties, de 4 en 4 sur l'autre, avec une dissymétrie de costulation utilisée par de Fromentel ([2]) pour séparer l'espèce *dissimilis* dans le genre *Placosmilia*, mais ne constituant pas, pour le type étudié, de caractère spécifique car il n'est pas général. La muraille est formée par alignement circulaire et renforcement des traverses exothécales. Cette structure, indiquée par Félix ([3]) comme particulière aux formes coloniales, peut donc se rencontrer aussi chez des polypiers simples. Les septes, au nombre de 108 environ sont légèrement granulés sur les faces latérales; le sixième cycle est incomplet.

Voisine de *Lophosmilia* E. et H. et de *Placotrochus* E. et H., la forme I se distingue du premier genre par sa columelle plus mince et plus étendue et par l'absence de toute formation endothécale; du second, par sa columelle inerme et l'absence de toute épithèque. Elle se différencie de *Sphenotrochus* E. et H. par ses côtes plus nombreuses, moins granuleuses, et ses septes plus larges, indépendants de la columelle.

---

(1) *Comptes rendus*, 27, 1848, p. 467.

(2) De Fromentel, *Paléont. franç. terr. crét.*, 8; *Zooph.*, 1867, p. 224.

(3) Felix, *Anthozoën der Gosauschichten* (*Paleontogr.*, 49, Stuttgart, 1902-1903, p. 170).

Comme *Flabellosmilia* Oppenh., elle a la columelle profondément située mais les septes sont parfaitement compacts.

Par tous ses caractères la forme I occupe une place à part dans la famille des Turbinolidœ E. et H. emend. Ogilvie.

Forme II. — Côtes simples dès le pédoncule, subégales. Muraille (pseudotheca) de même nature que chez I. La columelle, lamellaire, plus épaisse que chez la précédente, est, des deux côtés, bordée de formations paliformes très développées. Il existe cinq cycles complets de septes inégaux; ceux des quatre premiers cycles se soudent aux palis; ceux du dernier sont moins larges et plus minces.

Cette forme diffère de *Placosmilia* E. et H. par la présence des palis; elle diffère aussi de *Cylicosmilia* E. et H. qui est un genre fixé à columelle fasciculaire peu étendue. On ne peut la classer dans le genre *Discocyathys* E. et H. qui possède une forte épithèque plissée, ni dans le genre actuel *Placocyathus* E. et H., également fixé, dont le type *P. apertus* possède « des palis courts placés devant le pénultième et l'antépénultième cycle ».

Elle est à ranger, comme la forme I dans la famille des *Turbinolidæ*.

Cette esquisse rapide montre que nos connaissances sur les Polypiers fossiles du Crétacé, en particulier du Crétacé français, risquent d'être transformées par l'étude systématique de coupes longitudinales et transversales, ainsi qu'elle a été largement utilisée pour les Polypiers paléozoïques. Chez les Polypiers, même simples, la plasticité d'adaptation est telle qu'elle arrive à réaliser, par convergence, des identités apparentes d'aspect, que, seul, l'emploi des coupes, révélant les caractères génériques ou spécifiques véritables, permet de reconnaître ou de différencier.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Verbénacées. Développement de l'embryon chez le* Verbena officinalis *L.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Nos connaissances sur l'embryologie des Verbénacées sont très incomplètes. Sur l'embryon en particulier, les renseignements que l'on possède se résument à des observations fragmentaires, d'où l'on a induit prématurément que le développement embryonnaire, chez ces plantes, était conforme à celui du type considéré comme général chez les Dicotylédones, c'est-à-dire celui du *Capsella Bursa-pastoris*. Pour ce qui touche l'albumen, certaines questions restent encore insuffisamment élucidées, par exemple celles qui sont relatives à la direction des premiers cloisonnements ou à la formation de l'haustorium micropylaire.

Les figures 1 à 15 permettent de se rendre compte de la marche exacte de la segmentation dans le proembryon jusqu'à différenciation des régions fondamentales du corps. Elles démontrent que, en effet, le développement se poursuit conformément aux règles générales du type fondamental dit des Crucifères. Les principales de ces règles, qu'il n'est pas inutile de rappeler pour bien préciser toutes différences à établir, peuvent se résumer dans les propositions suivantes : 1° la cellule apicale du proembryon bicellulaire donne l'embryon proprement dit, tandis que la cellule basale produit un suspenseur *sensu lato;* 2° une cellule hypophysaire, qui s'individualise par une cloison transversale s'appuyant uniquement sur les parois latérales des cellules voisines du dermatogène et qui tire origine de la cellule supérieure du suspenseur, donne naissance aux initiales de l'écorce de la racine et à la partie centrale de la coiffe; 3° le globule embryonnaire se divise en huit octants régulièrement disposés en deux étages de quatre, les quatre octants supérieurs engendrant la partie cotylée et les quatre octants inférieurs la partie hypocotylée; 4° les histogènes se séparent, dans les octants, par cloisons tangentielles, le dermatogène d'abord, puis le périblème et le plérome.

Mais à ce type fondamental se rattachent des types secondaires que l'on distingue en se basant : 1° sur la forme, les dimensions du suspenseur et le rôle physiologique dévolu à ses diverses parties; 2° sur la différenciation plus ou moins précoce de la cellule hypophysaire et des cellules mères des histogènes; 3° sur la différence de vitesse des segmentations dans la cellule apicale et dans la cellule basale du proembryon bicellulaire. Parmi ces types secondaires, celui auquel se rattachent le *Mentha viridis* L., les Scrofulariacées, etc., se trouve surtout défini : 1° par la forme étirée du suspenseur, accompagné de formations haustoriales produites par les cellules de l'albumen; 2° par l'origine de l'hypophyse aux dépens d'une cellule du suspenseur qui est fille ou petite-fille de la cellule intermédiaire de la tétrade; 3° par la différence de vitesse des segmentations dans les deux premiers blastomères, différence qui devient définitive à partir de la troisième génération cellulaire.

Tous ces caractères secondaires se trouvent réunis chez le *Verbena officinalis* L. La différence de vitesse apparaît nettement après constitution de la tétrade (*fig.* 5) et, dans le suspenseur uniquement filamenteux, la cellule hypophysaire (*d* ou *h*, *fig.* 9 à 12) correspond bien à la cellule-fille supérieure de la cellule intermédiaire (*m*, *fig.* 4 à 9) de la tétrade proembryonnaire. On peut ajouter que, par certains indices, l'embryon du *Verbena officinalis* semblerait moins évolué que certains autres du même groupe embryogénique. Les premiers cloisonnements des octants ne sont pas toujours tangentiels, mais quelquefois (*pco*, *fig.* 11) verticaux,

parallèles aux parois méridiennes; d'autre part, la différenciation morphologique des histogènes internes, bien postérieure à la différenciation fonctionnelle (*pe* et *pl*, fig. 13), ne devient vraiment apparente qu'au

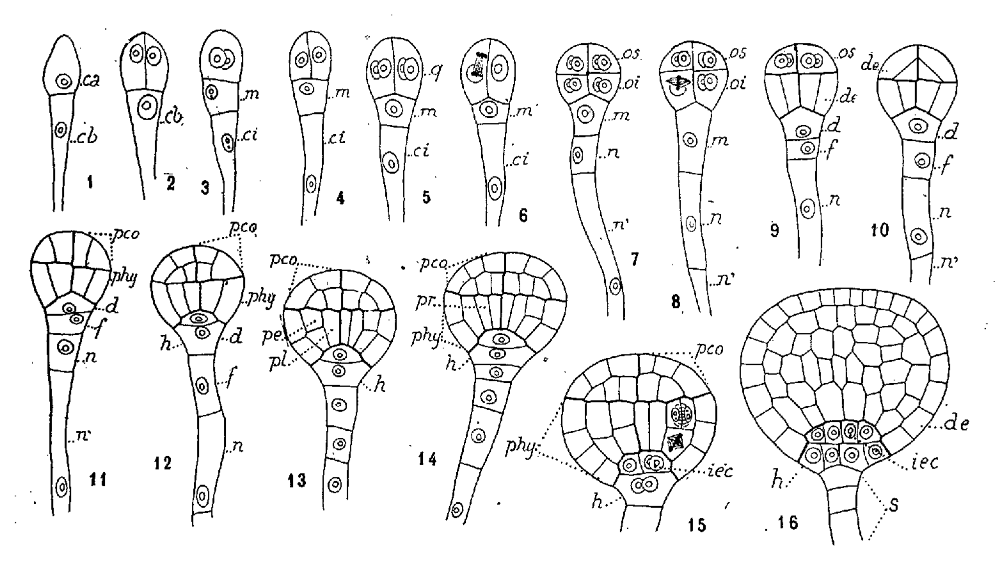


Fig. 1 à 16. — *Verbena officinalis* L. — Les principales étapes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m* et *ci*, cellule intermédiaire et cellule inférieure de la tétrade; *n* et *n'*, cellules-filles de *ci*; *d*, cellule-fille supérieure de *m* ou hypophyse (*h*); *f*, cellule-fille inférieure de *m*; *os* ou *pco*, octants supérieurs ou partie cotylée; *oi* ou *phy*, octants inférieurs ou partie hypocotylée; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérome; *pr*, péricycle; *iec*, initiales de l'écorce de la racine; *s*, suspenseur. — G. : 450.

moment de la formation des protubérances cotylédonaires. Ainsi, dans la figure 16, au terme de la vie proembryonnaire, les tissus centraux, sous-épidermiques, constituent un massif homogène dans lequel périblème et plérome, même partie cotylée et partie hypocotylée, se trouvent confondus.

BIOPHYSIQUE. — *Émission de rayonnement par les œufs de Discoglosse en cours de développement.* Note de MM. **Robert Lévy** et **René Audubert**, transmise par M. Jean Perrin.

Les œufs en cours de développement étant le siège de processus vitaux intenses, nous avons été incités à rechercher, par l'emploi des compteurs photoélectriques de grande sensibilité qui nous avaient servi à propos de

l'excitation nerveuse [1], s'il n'y avait point là une source de rayonnement.

Nous avons choisi comme matériel l'œuf de l'Amphibien *Discoglossus pictus* Otth., dont le dégangage est aisé. Nous avons utilisé comme stades des gastrules, les unes jeunes, à blastopore bien dessiné en arc, les autres plus avancées, à blastopore juste circonscrit. La région préblastoporale, située dorsalement au-dessus de la lèvre craniale du blastopore, étant présumée particulièrement active, nous avons effectué le plus grand nombre des essais en la plaçant au plus haut de la moitié de l'œuf exposée face à la cellule. Pour comparer, nous avons fait d'autres expériences en exposant au contraire la calotte polaire animale de l'œuf, présumée beaucoup moins active.

Les œufs dégangués, revêtus seulement de leur mince chorion et maintenus humides, étaient placés, par groupes de 25, dans de petites cavités ménagées dans de la cire molle. La distance de l'objet à la plaque de quartz fermant la cellule était de 1 à 2^{cm}. Nous avons utilisé, avec résultats identiques, des photo-cathodes en aluminium et en cuivre ioduré.

Comme pour le nerf, nous avons fait alterner régulièrement des essais avec œufs et des essais témoins. Pour ces derniers, nous interposions une lame de verre ou exposions un récipient identique à ceux que nous utilisions, mais sans œufs. Les nombres de décharges étaient comptés minute par minute. Les objets étaient exposés généralement pendant 5 minutes, plus rarement pendant 6 à 10 minutes.

La signification d'un essai avec œufs était appréciée en comparant son résultat à celui de l'ensemble des deux essais témoins l'encadrant. Mais ici la comparaison des moyennes des nombres de décharges par minute n'était point assez démonstrative, car la différence entre la moyenne correspondant à l'essai et celle correspondant à l'ensemble des deux témoins était souvent du même ordre de grandeur que les écarts moyens. Avec ce mode d'appréciation nous avons eu seulement des indications, fort nettes d'ailleurs, mais nous avons utilisé un autre mode d'appréciation, convenant mieux au cas présent :

1° Nous avons pris la moyenne des nombres de décharges par minute correspondant à l'ensemble des deux essais témoins encadrant l'essai avec les œufs; 2° nous avons pris un à un les nombres de décharges par minute correspondant à l'essai avec œufs, et avons simplement noté combien de ces chiffres étaient supérieurs à la moyenne 1° (notés +) et combien infé-

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1634.

rieurs (notés —). Rassemblant ensuite les résultats portant sur l'ensemble de tous les essais d'un même type, nous avons regardé s'ils différaient beaucoup de ce que devait fournir la simple probabilité calculée à chances égales (écart réel de l'ordre de l'écart type).

Voici le tableau des résultats :

		+	—	Écart réel.	Écart type.
Région préblastoporale	gastrules jeunes	192	54	69	7,85
	gastrules avancées	47	14	16,5	3,9
Pôle animal	gastrules jeunes	18	27	4,5	3,35
	gastrules avancées	22	24	1	3,4

Les rapports de l'écart réel à l'écart type sont respectivement : 8,78; 4,2; 1,15; 0,29. Nous pouvons donc ainsi conclure :

Conclusions. — 1° Revêtu de son seul chorion, l'œuf de Discoglosse en cours de développement, aux stades gastrule jeune et gastrule avancée, émet une radiation ultraviolette que l'on peut détecter à l'aide de photocathodes en aluminium [maximum accusé de sensibilité vers 2300-2400 Å] ou en cuivre ioduré [sensibilité croissante de 2400 Å environ à 2000 Å environ] [1]; sa longueur d'onde peut donc être située aux environs de 2000-2500 Å.

L'intensité de ce rayonnement n'est pas assez au-dessus de la sensibilité limite de la cellule pour que l'on puisse l'évaluer avec précision. Néanmoins, en tenant compte de la sensibilité absolue de la cellule mesurée dans chaque cas par rapport à la raie de résonnance du mercure 2537 Å, on peut admettre que cette émission est, pour 25 œufs, de l'ordre de 10^{-8} à 10^{-9} erg-sec par centimètre carré de cathode, c'est-à-dire 100 à 1000 photons par seconde et par centimètre carré.

2° Dans les gastrules des deux types, le rayonnement est émis par la moitié de l'œuf dont la région préblastoporale constitue le sommet, la calotte polaire animale n'émettant rien de perceptible par nos appareils.

Ne pouvant développer ici l'interprétation biologique de ces résultats, qu'il nous suffise de dire que nous sommes peu portés à attribuer le rayonnement à l' « organisateur » de Spemann. Nous reportant aux conceptions ontogénétiques de Wintrebert [2], nous sommes plus tentés de penser qu'il

(1) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 389.
(2) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1602.

est dû à des réactions corrélatives d'une prolifération cellulaire active, ordonnée par un centre inducteur. Rien ne nous permet pour l'instant d'attribuer à ce rayonnement une action mitogénétique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Formation d'hydroxylamine dans les cultures de* Sterigmatocystis nigra *en milieu enrichi en nitrate d'ammonium.* Note [1] de MM. **Maurice Lemoigne** et **Robert Desveaux**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Dès 1884, Sachsse et V. Meyer [2] pensent que l'acide nitrique et l'ammoniaque ne peuvent réagir avec les substances organiques et que c'est l'hydroxylamine provenant de leur réduction ou de leur oxydation qui est utilisée pour la synthèse des protides.

Depuis, beaucoup d'autres auteurs ont repris cette hypothèse.

Bach, Franzen et Löhmann, Kostytschew et Tswetkowa, Mazé, Baily et Stern, Kluyver et Donker, Prianischnikow, adoptent cette théorie, mais ne réussissent pas à mettre l'hydroxylamine en évidence. Euler pense que la formation de ce produit reste hypothétique, et Loew explique ces résultats négatifs par la rapidité de la réaction et par la toxicité de l'hydroxylamine.

Blom [3] est arrivé pour la première fois à un résultat positif en employant des cultures microbiennes impures en milieu anaérobie.

Tout récemment Günther Endres observe la formation d'hydroxylamine par l'*Azotobacter* cultivé sur lactate de sodium [4].

Nous avons recherché si, dans les cultures pures de *Sterigmatocystis nigra*, en conditions aérobies, il se forme de l'hydroxylamine aux dépens du nitrate d'ammonium. C'est en étudiant ce même problème que Kostytschew et Tswetkowa étaient arrivés à des résultats négatifs.

Nous avons employé la technique de Blom [3] qui consiste, après destruction des nitrites, à oxyder l'hydroxylamine par l'iode en milieu acétique et à déceler l'acide nitreux formé par la réaction de Griess (acide sulfanilique et α-naphtylamine).

---

(1) Séance du 1er juillet 1935.

(2) *Ber. d. chem. Ges.*, **17**, 1884, p. 1554.

(3) *Biochem. Zeit.*, **194**, 1928, p. 392.

(4) *Naturwischenschaften*, **22**, 1934, p. 662.

Nous avons vérifié la spécificité de cette réaction en milieu acétique. Néanmoins, à cause de sa très grande sensibilité, nous avons toujours fait des essais témoins avec une solution à 5 pour 100 de nitrate d'ammonium.

Les cultures ont été effectuées à 35°, en milieu Czapeck ordinaire et en milieu Czapeck contenant 16 fois plus de nitrate d'ammonium.

Après divers essais concordants, nous avons fait une série de cultures qui furent analysées régulièrement pendant une longue période.

Des déterminations effectuées dans cette expérience nous ne retiendrons pour l'instant, que celles qui concernent les poids des mycéliums, la présence des nitrites (réactions de Tromsdorff et de Griess) et celle de l'hydroxylamine.

Les résultats sont réunis dans le tableau suivant :

	Czapeck ordinaire.			Czapeck avec azote × 16.		
Age en heures.	Poids en grammes.	NO^2H.	NH^2OH.	Poids en grammes.	NO^2H.	NH^2OH.
30....	–	+ + +	positive	–	+	douteuse
48....	0,178	+	positive	0,069	+ +	douteuse
72....	1,250	0	douteuse	0,584	0	douteuse
96....	2,041	0	douteuse	1,188	0	douteuse
120....	3,690	0	positive	1,773	0	positive
144....	4,082	0	positive	1,718	0	nette
168....	4,194	0	positive	1,874	0	nette
192....	4,122	0	nette	2,129	0	nette
240....	3,475	0	nette	2,151	0	très nette
288....	2,980	–	?	2,247	0	très nette
360....	2,386	–	nette	2,054	0	très nette
960....	2,052	0	négative	2,010	0	négative

On peut tirer de ces résultats les conclusions suivantes :

1° un excès de nitrate d'ammonium retarde, puis arrête la croissance du mycélium. Ce fait avait déjà été signalé par Mazé (¹). Le mycélium reste blanc, sans sporuler et sans s'autolyser pendant une longue période.

2° dès le premier jour il y a formation de nitrites, qui subsistent le second jour, puis disparaissent complètement et définitivement.

3° dans les cultures normales il se forme dès le début des traces d'hydroxylamine. Mais elles sont extrêmement faibles et sauf après 192 heures la réaction ne permettrait guère de conclure.

(¹) *Ann. de l'Inst. Pasteur*, **27**, 1913, p. 674.

Au contraire, dans les solutions contenant 16 fois plus d'azote, après 120 ou 144 heures, quand le poids du mycélium augmente peu, la réaction de l'hydroxylamine devient extrêmement nette, et permet de conclure de manière certaine à la formation d'oxyammoniaque.

Par la suite l'hydroxylamine disparaît.

Sa concentration maximum et de l'ordre de 1^{mg} par litre.

Conclusion. Le *Sterigmatocystis nigra* donne aux dépens du nitrate d'ammonium des traces de nitrites qui disparaissent rapidement, et de l'hydroxylamine qui subsiste beaucoup plus longtemps. L'oxyammoniaque est surtout facile à mettre en évidence dans les cultures contenant un grand excès de nitrate d'ammonium.

IMMUNOLOGIE. — *Sur la vaccination charbonneuse*. Note [1] de MM. **Gaston Ramon** et **André Staub**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Les résuluats obtenus en enrobant l'antitoxine diphtérique ou tétanique [2], puis le bacille diphtérique [3] dans la lanoline nous ont incités à appliquer le même procédé à l'immunisation au moyen de virus vaccins, au moyen par exemple du vaccin charbonneux de Pasteur.

Nous nous sommes livrés à des expériences préliminaires, chez le lapin, en utilisant le *premier vaccin* pastorien enrobé dans la lanoline, selon la formule de base ci-après : émulsion de spores [4] du premier vaccin 0$^{cm^3}$,2, lanoline 5^g, huile 10^g. Un certain nombre de lapins reçoivent, sous la peau du ventre, 1$^{cm^3}$ de ce mélange-vaccin. Ces animaux présentent, après deux ou trois jours, une réaction locale plus ou moins importante. A titre comparatif, d'autres lapins reçoivent, également sous la peau, 1$^{cm^3}$ d'une émulsion renfermant la même quantité de spores (0$^{cm^3}$,2) dans l'eau physio-

(1) Séance du 1er juillet 1935.

(2) G. Ramon, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 157; G. Ramon, E. Lemétayer et R. Richou, *C. R. Soc. Biol.*, **115**, 1934, p. 1027, et **116**, 1934, p. 825; G. Ramon et E. Lemétayer, *C. R. Soc. Biol.*, **119**, 1935, p. 248.

(3) G. Ramon, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 985, et *C. R. Soc. Biol.*, **117**, 1934, p. 952.

(4) Émulsion en eau distillée glycérinée à 50 pour 100. Pour l'incorporation dans le mélange gras, nous avons employé des émulsions soit 10 fois, soit 100 fois plus concentrées que le vaccin habituellement utilisé en pratique.

logique (15^{cm^3}); la réaction vaccinale est ici absente ou très peu apparente. Tous ces animaux sont éprouvés, dans le délai d'un mois, au moyen d'une culture sur gélose de charbon très virulent. La dose d'épreuve représente au moins dix fois la dose mortelle pour un lapin neuf. Les lapins traités par le premier vaccin, en émulsion dans l'eau physiologique, succombent à cette épreuve à quelques exceptions près : en général 1 seulement sur 10 survit (1). Par contre, 75 pour 100 des animaux qui ont reçu le vaccin enrobé dans la lanoline résistent à la même épreuve.

Ces résultats étant acquis, chez le lapin, nous avons entrepris, depuis un an, des essais chez le mouton. Actuellement nous avons vacciné, dans différents essais, un total de 25 moutons, au moyen du premier vaccin incorporé dans la lanoline, selon la formule indiquée plus haut ou selon une formule voisine. Chaque mouton a reçu une dose unique de 1^{cm^3} de ce vaccin (certains sujets ont reçu 2^{cm^3}) sous la peau, en arrière de l'épaule. Le plus souvent, chez les animaux ainsi traités, on constate 36 heures après la vaccination, et durant 24 ou 48 heures, une élévation de température. A l'endroit de l'injection, on n'observe rien de particulier pendant les deux premiers jours; le vaccin-lanoline semble entièrement résorbé; mais, à partir du 3e jour, il se développe un œdème de dimensions variables qui se transforme peu à peu en un nodule plus ou moins volumineux (noisette, noix, exceptionnellement œuf). Ces nodules régressent dans la suite et disparaissent sans laisser de trace. Après un délai de 4 à 5 semaines (de 5 mois pour 2 d'entre eux), tous les animaux ainsi vaccinés ont été éprouvés au moyen de la culture virulente; ils ont tous parfaitement résisté à cette épreuve très sévère qui, à tout coup, tue les moutons neufs en 48 heures. Dans un essai comparatif, différents lots de moutons ont été vaccinés à l'aide de procédés divers. A l'épreuve virulente pratiquée six semaines après la vaccination, les 2 moutons qui avaient reçu une dose unique de premier vaccin, en suspension dans l'eau physiologique, ont succombé; les 3 moutons vaccinés dans le derme avec une dose de deuxième vaccin (technique Besredka) ont fait une réaction générale relativement sévère, mais ne sont pas morts; sur les 3 moutons vaccinés sous la peau avec une dose de deuxième vaccin saponiné (formule Mazzucchi), l'un est mort, les deux autres ont survécu après avoir accusé une forte élévation thermique;

(1) Dès 1887, Roux et Chamberland signalaient la difficulté d'immuniser les lapins contre le charbon en utilisant le premier vaccin en injection sous-cutanée (*Annales Institut Pasteur*, 1, 1887, p. 513).

les 2 moutons vaccinés dans cet essai au moyen de la dose unique du premier vaccin charbonneux enrobé dans la lanoline ont résisté; 2 d'entre eux seulement ont présenté, durant 12 heures, un peu d'hyperthermie.

Ainsi, il est possible de conférer au mouton une immunité anticharbonneuse solide et durable au moyen d'une dose unique de premier vaccin, vaccin le plus atténué, soulignons-le, incorporé dans la lanoline.

Sans préjuger de leur importance pratique, ces essais ont un intérêt théorique qui ne saurait échapper; ils nous permettent en particulier d'apporter quelques précisions quant au mécanisme de l'immunité engendrée par la vaccination charbonneuse mise en œuvre dans ces conditions. Grâce aux recherches histologiques et bactériologiques que nous avons effectuées et que nous exposerons ailleurs, nous avons pu nous rendre compte, en effet, que les spores du premier vaccin, libérées peu à peu de leur gangue de lanoline, se mettent à germer sous la peau de l'animal vacciné. Il se fait ainsi une culture dans le tissu conjonctif sous-cutané et en même temps une élaboration de substances (agressines de Bail?) qui, passant dans la circulation, alors que les bactéridies du premier vaccin n'y pénètrent pas, vont déclencher dans l'organisme l'apparition et le développement de l'immunité spécifique (1).

La séance est levée à 16h.

E. P.

---

(1) Mécanisme comparable, du moins au début, à celui que nous avons mis en évidence dans nos essais d'immunisation des animaux au moyen du bacille diphtérique pathogène enrobé dans la lanoline (G. Ramon, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 985).

ERRATA.

(Séance du 8 juillet 1935.)

Note de MM. *Richard Fosse*, *Paul-Émile Thomas* et *Paul De Graeve*, Dosage pondéral et identification, par l'analyse élémentaire, de petites quantités de formol à de fortes dilutions :

Page 106, ligne 4, *au lieu de* sous la forme de dinaphtolméthane ou de SELS DE PYRYLE, identifiables par l'analyse quantitative élémentaire, *lire* sous la forme de dinaphtolméthane, identifiable par l'analyse quantitative élémentaire ainsi que ses dérivés, les SELS DE PYRYLE.

Note de MM. *Daniel Barbier*, *Daniel Chalonge* et *Étienne Vassy*, Sur le spectre continu de *Nova Herculis* :

Page 128, titre, *au lieu de* ÉTIENNE VASY, *lire* ETIENNE VASSY.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1935.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE BOREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉNÉTIQUE. — *Sur un nouveau cas d'hérédité unilatérale observé sur des hybrides de Sauges* (Salvia nemorosa × S. Sclarea). Note M. **Louis Blaringhem**.

L'hérédité unilatérale n'a été constatée qu'accidentellement, ou exceptionnellement pour quelques rares combinaisons dans des séries importantes d'hybrides, par exemple entre espèces de Fraisiers, entre espèces de Vignes réalisés par Millardet (1894). Or ces deux genres présentent de nombreuses lignées aberrantes par l'organisation sexuelle des fleurs et les observations que j'ai faites sur des hybrides de Sauges dérivés d'une plante femelle me permettent de soupçonner qu'il s'agit là d'une règle assez générale pour mériter de nouvelles études.

En mars 1932, me fut livrée une plante adulte sous le nom *Salvia nemorosa alba*, qui, mise en pleine terre, fleurit abondamment la même année et depuis, du 1er au 20 juillet. La plante basse, buissonnante n'a donné que des fleurs blanches femelles, à anthères avortées dans les boutons. J'ai obtenu trois hybrides à fleurs blanches de croisements artificiels réalisés en 1932 avec le pollen de *Salvia Sclarea* L. La même année et depuis *Salvia nemorosa alba* ♀ a été pollinisée avec succès par *S. officinalis* L., variétés à fleurs bleues ou blanches, en donnant des plantes intermédiaires entre les parents. Il n'est pas douteux que ces résultats divergents résultent de l'affinité étroite qui existe entre *S. officinalis* et *S. nemo-*

rosa, alors que *S. Sclarea* et *S. nemorosa* diffèrent par tous leurs caractères.

Salvia Sclarea est bien connue : plante bisannuelle, robuste, donnant quelques fortes tiges ou hampes fleuries, de 1^{m} de haut, velues sur toutes leurs parties, à odeur forte et caractéristique; *S. nemorosa*, vivace, presque inodore, se développe en buisson arrondi de 30^{cm} avec 15 à 20 tiges principales ramifiées à la base et dressées en balai. Les feuilles de *Sclarea* à fort pétiole allongé portent des limbes larges, ovales en cœur, sont crénelées, rugueuses, d'un vert jaunâtre et passent dans les portions fleuries à des bractées larges, violacées, acuminées, groupant à leur aisselle 6 à 8 fleurs opposées; les feuilles de *nemorosa* sont petites, oblongues, brièvement pétiolées, finement dentées, à nervures en réseau, couvertes d'un tomentum court qui donne une teinte vert cendré à l'ensemble; dès la base, de longs épis de fleurs, compacts, portent des bractées à peine visibles où 8 à 10 fleurs d'âges différents sont groupées en faux verticilles. Par ces caractères de grappes, et de bractées, et de feuilles, *S. nemorosa* rappelle l'espèce méditerranéenne *S. silvestris* L.

S. Sclarea donne de vraies grappes à fleurs étagées sur des ramifications puissantes; *S. nemorosa* des épis à nombreux étages de fleurs serrées. Les calices rugueux de *Sclarea* portent de fortes nervures dorsales saillantes et épineuses, accentuant les deux lèvres alors que les nervures égales de *Nemorosa* esquissent à peine la zygomorphie constante du genre. Les grandes fleurs lavées de violet et de rose, de 28^{mm} à 35^{mm}, à corolles trois fois plus longues que les calices, chez *Sclarea*, n'ont aucune particularité des fleurs de *S. nemorosa*, petites, atteignant à peine 15^{mm}, à corolles de 10^{mm}, une fois et demie plus longues que le calice; les fleurs de *Sclarea* s'épanouissent simultanément sur 2 à 3 étages, celles de *nemorosa* sur 10 à 15 étages, complétant par cette durée des fleurs l'effet ornemental. Les graines énormes et nombreuses de *S. Sclarea* ont un volume et un poids de 5 à 6 fois supérieur aux très rares graines capables de germer que j'ai obtenues de *S. nemorosa* ♀, pollinisée soit par *S. pratensis*, soit par *S. Sclarea*, soit par *S. patens*.

En juillet 1932, trois épis du *S. nemorosa alba* ♀ furent isolés et les 150 fleurs, qu'ils donnèrent du 2 au 11 juillet, fécondées à la main plusieurs fois par jour avec le pollen de *Sclarea* très frais. La récolte eut lieu le 10 août dans les sacs d'isolement et je trouvai 5 graines brunes de $1^{mm},5$ de diamètre et 3 graines plus petites rouilles avortées, provenant de 8 calices persistants. Le semis eut lieu le 20 mars 1933 sur couche tiède d'où provinrent 3 plantes vigoureuses mises en pleine terre en mars 1934. Les

3 plantes ont abondamment fleuri en 1935, toutes à fleurs blanches, toutes strictement femelles et du type *nemorosa*, sans aucune trace de violet ni de particularité spéciale à *Sclarea*. C'est un nouvel exemple de l'hérédité du sexe femelle qui s'ajoute à de nombreux cas observés dans mes expériences chez *Aquilegia*, *Cheiranthus*, *Dianthus*, *Lychnis*, *Silene* et chez plusieurs lignées de *Salvia pratensis* ([1]) à fleurs bleues, roses ou blanches. Mais pour les *Aquilegia*, *Cheiranthus*, *Dianthus*, le mélange des espèces est traduit par les répartitions diverses de caractères appartenant aux deux ascendants. Il en est de même pour les couleurs des fleurs chez les combinaisons de *Salvia pratensis* où le pourcentage des individus femelles varie avec le croisement. Dans l'exemple qui nous occupe les trois hydrides *nemorosa* × *Sclarea* ne diffèrent de leur mère que par une vigueur plus grande qui porte sur tous les organes et l'hérédité unilatérale maternelle est totale.

Deux plantes A et B sont très vigoureuses formant d'épais buissons de 60^{cm} de haut et 40^{cm} de diamètre; C qui fut toujours chétive n'a que 43^{cm} de haut, 30^{cm} de diamètre et prend à la fin de la floraison une teinte jaune, seul trait qui indique peut-être une relation de parenté avec *Sclarea*. Il est difficile de comparer les fécondités d'après les pollinisations artificielles; dès que je reconnus l'intérêt de ces hybrides, je supprimai tous les *Salvia* hermaphrodites de l'enclos sauf *S. Sclarea* type, dont je possède une planche de 20 individus vigoureux dans le voisinage immédiat du *S. nemorosa alba* mère et des trois hydrides dérivés; la fécondation croisée fut assurée par les visites constantes des bourdons et des abeilles et on peut considérer les circonstances comme très favorables à une étude comparée des fécondités relatives de ces plantes aberrantes.

Salvia nemorosa alba ♀ n'a guère donné de meilleurs résultats que par les pollinisations artificielles, 15 bonnes graines pour 1200 fleurs environ; l'individu dérivé C est encore moins fertile avec 6 graines pour 1000 fleurs; B et A m'ont fourni ensemble plus de 120 graines pour 5000 fleurs, élevant la fécondité de ces hybrides à 24 pour 1000. Les résultats ne traduisent pas des divergences réelles entre les plantes, mais plutôt des différences dans la vigueur relative des pousses. Au cours de mes observations journalières, j'ai constaté que les branches des hybrides brisées accidentellement, couchées, écrasées ou arquées donnaient plus d'akènes bien formés que les pousses dressées et cela bien que les visites des insectes soient moins faciles; j'ai suivi cette indication et j'ai brisé chez A, B et C les pousses latérales les plus

([1]) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 2187.

fortes et j'ai doublé au moins le nombre des akènes bien formés, toutes circonstances autres étant comparables. D'ailleurs il est facile, pour un observateur exercé de reconnaître à deux jours d'intervalle l'activité ou l'inactivité des pollens déposés sur les stigmates; les fleurs pollinisées par les insectes ou à la main se flétrissent en même temps que les lèvres des stigmates ramollies brunissent et se dessèchent; les fleurs qui n'acceptent pas le pollen restent blanches à stigmates turgescents et ce nombre fut très faible dans les 4 cas. Bref, il apparaît que les pollinisations ayant été favorisées par le temps et par le nombre des insectes visiteurs, les divergences dans les productivités des plantes, identiques au fond, dérivent des circonstances locales de nutrition des ovaires qui avortent lorsque la croissance est exagérée.

Sur les hybrides, en particulier sur C, j'ai noté aussi quelques anomalies florales, styles à trois branches, styles à croissance rectiligne et double de la moyenne, fleurs régularisées, pélorées à pétales et sépales surnuméraires, du type observé chez *Digitalis purpurea peloria*, anomalies que je n'ai pas rencontrées au cours des vingt années qui m'ont permis l'étude détaillée des fleurs de plusieurs milliers d'individus de *Salvia*.

En résumé, *Salvia nemorosa alba* femelle, plante d'ornement dont l'origine doit être rapportée à un *S. sylvestris* méditerranéen à moins que ce ne soit une mutation récente horticole, supporte le pollen du *S. Sclarea* dont il diffère par tous ses caractères végétatifs et floraux; les fleurs donnent en moyenne une graine sur 100, au lieu des 400 graines obtenues facilement des *Salvia* sauvages fertiles. Les descendants de ces graines, vigueur végétative mise à part, ne diffèrent par aucune particularité, même de détail anatomique, de l'ascendant maternel; elles diffèrent seulement par la fécondité que certaines opérations horticoles doublent, comme on le constate d'ailleurs sur les Poiriers trop vigoureux par la taille Lorette et la courbure des branches. L'hérédité unilatérale ainsi constatée est liée incontestablement à l'état anormal femelle de l'ascendant, et par là, est un cas particulier de l'hérédité du sexe, dont je possède un assez grand nombre d'exemples après des croisements entre espèces très divergentes.

M. **Georges Durand-Viel** s'exprime en ces termes :

Le Bureau du Comité France-Amérique, pensant qu'il pourrait être opportun de profiter du premier voyage du paquebot *Normandie* aux États-Unis pour faire un geste d'amitié propre à émouvoir l'opinion américaine,

décida d'envoyer sur ce paquebot une délégation ayant comme mission de commémorer des événements historiques dont le souvenir est précieux aux Américains et aux Français.

Cette délégation devait apporter, entre autres dons, à plusieurs villes, aux plus hautes personnalités de l'État, aux grandes Institutions des États-Unis, une carte dressée à grande échelle, sur laquelle seraient portés les itinéraires des grands explorateurs français, carte qui fixerait une fois pour toutes la part si grande que la France a prise à la découverte de l'Amérique du Nord. Cette carte rendrait sensible et vivante la pensée qu'a exprimée M. John Finley, président de l'Université de New-York, dans son livre intitulé *Les Français au cœur de l'Amérique*.

La préparation et l'exécution de cette carte fut demandée, le 15 février, au Ministre de la Marine, qui, ayant accepté malgré la brièveté du délai, de donner au Comité France-Amérique la collaboration de son département, chargea le Service Hydrographique à la date du 25 février de se mettre à l'œuvre.

M. de la Roncière, l'éminent historien de la Marine française, Conservateur de la Bibliothèque Nationale, exprima l'avis que l'on devait s'efforcer de réaliser un de ces charmants portulans du XVIe siècle où les scènes de genre remplissent les continents de véritables tableaux artistiques. On fut donc conduit à reproduire et à enluminer, sur une carte moderne, quelques scènes de genre choisies dans les collections du Service Hydrographique ou parmi celles qu'avait énumérées M. de la Roncière.

Ces scènes illustrent les itinéraires, correspondant à 24 groupes de voyages, des grandes explorations françaises du XVIe au XVIIIe siècle.

Le travail a été effectué par les soins de M. l'ingénieur hydrographe en chef Pélissier sous la direction de M. l'ingénieur hydrographe général Cot, chef du Service central hydrographique.

M. Piétri, Ministre de la Marine, a fait établir un exemplaire de cette carte pour l'Académie des Sciences et nous a chargés, M. Fichot et moi, de la lui présenter et offrir en son nom.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à désigner deux de ses Membres qui feront partie du *Conseil du perfectionnement de l'École Polytechnique* pour l'année scolaire 1935-1936.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Violette Crumière-Briquet. *John Briquet* (1870-1931).

GÉOMÉTRIE. — *Sur le rapport entre les notions des mesures des angles et des aires dans les espaces de Finsler.* Note [1] de M. **Stanislas Golab**, présentée par M. Élie Cartan.

Je voudrais d'abord rectifier quelques détails se rapportant à des questions de priorité, contenus dans mes Notes précédentes [2].

L'expression $\sqrt{\mathcal{F}^3 \mathcal{G}}$ figure comme un invariant dans le travail cité de M. Landsberg, mais ce n'est que MM. Berwald et Funk qui appliquent cet invariant à la définition de la mesure des aires dans les espaces de Finsler [3]. Aussi par erreur j'ai attribué à M. Radon la formule

$$\varphi = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{\frac{x'(t)y''(t) - y'(t)x''(t)}{x(t)y'(t) - y(t)x'(t)}}\, dt$$

représentant la mesure des angles (au sens de M. Landsberg) [4], tandis que cette formule figure déjà dans un travail antérieur de M. Berwald [5].

(1) Séance du 16 juillet 1935.

(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 197 et 1462, et *Rend. dei Lincei*, 21, 1935, p. 133-137.

(3) L. Berwald und P. Funk, *Flächeninhalt und Winkel in der Variationsrechnung*, Lotos-Prag, 67-68, 1919-1920, p. 20 et 45.

(4) Voir *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1462.

(5) *Atti del Congresso Internationale dei Matematici*, Bologna, 1928, 4, p. 263-270. Note (5) au bas de la page 268.

Dans la présente Note je communique un théorème qui est analogue au théorème de MM. Berwald et Funk et qui jette une certaine lumière sur le rapport de la définition des angles de Landsberg (¹) à la définition des aires de Berwald-Funk d'une part, et sur le rapport de la définition des angles due à M. Bliss (²) à la définition des aires introduite par moi (³).

Soit P un point situé dans un espace de Finsler à deux dimensions. Soient donnés deux vecteurs issus du point P qui renferment un angle φ_L au sens de Landsberg et un angle φ_B au sens de Bliss. Désignons ensuite par $S(\varepsilon)$ le secteur que nous obtiendrons en découpant sur chaque géodésique issue du point P et contenue entre deux vecteurs mentionnés un arc de longueur ε ($\varepsilon > 0$). Désignons ensuite respectivement par ω la mesure de l'aire du secteur $S(\varepsilon)$ au sens de Berwald-Funk et par $\overline{\omega}$ la mesure au sens introduit par moi, la famille de ces géodésiques étant considérée comme congruence déterminant la mesure des aires. MM. Berwald et Funk (*loc. cit.*) ont démontré la relation

$$\lim_{\varepsilon \downarrow 0} \frac{2\omega}{\varepsilon^2} = \varphi_L. \tag{1}$$

Or pour la mesure $\overline{\omega}$ *subsiste un théorème analogue*

$$\lim_{\varepsilon \downarrow 0} \frac{2\overline{\omega}}{\varepsilon^2} = \varphi_B. \tag{2}$$

Ce théorème montre que la mesure des aires que j'ai introduite s'adapte à la mesure des angles au sens de Bliss d'une façon analogue à celle dont la mesure des aires au sens de Berwald-Funk s'adapte à la mesure des angles au sens de Landsberg.

On doit ajouter que notre théorème a été dans une certaine mesure prévu par MM. Berwald et Funk, qui observent à la fin de leur travail (*loc. cit.*) que, par une définition convenable des aires et en envisageant une congruence convenable des courbes, on pourra probablement obtenir une relation analogue à la nôtre, relation se rapportant à la mesure des angles au sens de Bliss.

(¹) G. LANDSBERG, *Mathem. Annalen*, 65, 1908, p. 313-349.
(²) G. A. BLISS, *Trans. of the Amer. Math. Soc.*, 7, 1906, p. 184-196.
(³) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 197-199.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Unicité à un facteur constant près, dans un ensemble indécomposable, d'une fonction d'ensemble invariante par rapport à la transformation associée à une transformation fonctionnelle linéaire positive conservant l'unité.* Note [1] de M. **André Fouillade.**

Nous considérons la transformation

$$(T) \qquad F_1(P) = \int_E F(M)\, d_M K(P, e),$$

définie dans un ensemble fermé E d'un espace à n dimensions, pour toute fonction F(M) mesurable (B) et bornée, par une fonction de point et d'ensemble K(P, e) qui possède les propriétés suivantes :

a. les fonctions d'ensemble K(P, e) attachées aux différents points P de E sont complètement additives, positives, et leur variation totale dans E est égale à l'unité;

b. toute fonction $K(M, e_0)$ du point M, attachée à un ensemble e_0 mesurable (B), est mesurable (B).

La transformation associée, qui porte sur les fonctions complètement additives d'ensemble, est définie par

$$(\theta) \qquad \alpha_1(e_0) = \int_E K(M, e_0)\, d_M \alpha(e).$$

Les puissances $n^{\text{ièmes}}$ de T et θ sont des transformations associées définies par une fonction $K_n(P, e)$ qui possède les propriétés a et b, et vérifie les relations

$$K_n(P, e_0) = \int_E K(M, e_0)\, d_M R_{n-1}(P, e) = \int_E K_{n-\lambda}(M, e_0)\, d_M K_\lambda(P, e).$$

Conformément à notre terminologie antérieure [2] nous dirons qu'*un ensemble* e_0 *est* INDÉPENDANT *lorsque pour tout point de* e_0 *on a* $K(P, E - e_0) = 0$, *c'est-à-dire* $K(P, e_0) = 1$. *Un ensemble* INDÉCOMPOSABLE *est un ensemble indépendant qui ne contient pas deux ensembles indépendants disjoints.*

Lemme. — *Si une fonction positive d'ensemble φ(e) est invariante par rapport à θ, l'ensemble de variation de φ(e) contient un ensemble indépendant.*

---

(1) Séance du 16 juillet 1935.

(2) A. Fouillade, *Rend. dei Lincei*, 2e sem. 1934, 20, fasc. 3-4, p. 82-87.

Soit E_φ un ensemble tel que $\varphi(e)$ soit nulle sur CE_φ, le complémentaire de E_φ. Soient $\mathcal{C}_1[CE_\varphi]$ le *conséquent d'ordre un* de CE_φ, c'est-à-dire l'ensemble des points Q tels que $K(Q, CE_\varphi) > 0$, et ε_1 le produit de ce conséquent et de E_φ; on doit avoir $\varphi(\varepsilon_1) = 0$.

Soit ε_2 le produit de E_φ par le second conséquent de CE_φ, et ainsi de suite, le conséquent d'ordre n étant défini au moyen de K_n comme $\mathcal{C}_1$ l'est au moyen de $K_1 = K$; l'ensemble $\varepsilon_1 \dotplus \varepsilon_2 \dotplus \ldots$ doit être de variation nulle par rapport à $\varphi(e)$.

Par suite l'ensemble $E_\varphi - [\varepsilon_1 \dotplus \varepsilon_2 \dotplus \ldots]$ qui contient la variation de $\varphi(e)$ n'est pas vide, et P étant un quelconque de ses points, on a

$$K(P, [\varepsilon_1 \dotplus \varepsilon_2 \dotplus \ldots]) = 0,$$

sans quoi on aurait $K(P, \varepsilon_i) > 0$ et P appartiendrait à ε_{i+1} : L'ensemble $E_\varphi - [\varepsilon_1 \dotplus \varepsilon_2 \dotplus \ldots]$ est donc indépendant.

Soit un ensemble indécomposable $\mathcal{E}$ et une fonction $\varphi(e)$ à variation bornée, invariante et non monotone dans $\mathcal{E}$. Soit $\varphi^1(e)$ la variation positive de $\varphi(e)$; sa transformée est positive et non inférieure à $\varphi(e)$, donc, à cause de la conservation de l'unité, $\varphi^1(e)$ est un invariant dans $\mathcal{E}$. De même la variation négative est un invariant, et l'ensemble $\mathcal{E}$ contient deux invariants *dissociables*, en qualifiant ainsi deux fonctions dont les variations respectives sont concentrées sur des ensembles disjoints. Or le lemme montre que $\mathcal{E}$ contient dans ce cas deux ensembles indépendants disjoints, ce qui est impossible.

Supposons alors qu'il existe dans $\mathcal{E}$ deux invariants à variation bornée, positifs et non proportionnels : $\varphi(e)$ et $\Psi(e)$. En prenant l'invariant $\varphi(e) - \lambda\Psi(e)$ où le coefficient λ est égal à $\varphi(\mathcal{E})/\Psi(\mathcal{E})$, on obtiendrait un invariant non nul et non monotone, ce qui prouverait encore que $\mathcal{E}$ n'est pas indécomposable. Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

Théorème. — *Si, dans un ensemble indécomposable, il existe une fonction complètement additive d'ensemble, à variation bornée, non nulle, et invariante par rapport à la transformation* θ, 1° *cet invariant est monotone;* 2° *il est unique à un facteur constant près.*

Réciproquement, l'existence et l'unicité d'un invariant entraînent l'existence d'un ensemble indécomposable.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un cas particulier de la distribution des points singuliers d'une fonction définie par une série de Dirichlet.* Note (¹) de M. **Jean Braïtzeff**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Dans cette Note nous appliquons notre méthode à un cas particulier de la distribution des singularités de la fonction définie par la série de Dirichlet

$$(1) \qquad f(s)=\sum_{0}^{\infty} a_n e^{-s\lambda_n}, \qquad (0<\lambda_n<\lambda_{n+1}, \lim_{n\to\infty}\lambda_n=\infty),$$

à savoir, au cas, où les affixes de tous les points singuliers de la fonction $f(s)$ sont de la forme $s=-\mathrm{T}+2k\pi i$, T étant un nombre positif quelconque et $k=0, \pm 1, \pm 2, \ldots$ Nous admettons que la série (1) converge pour quelque valeur finie de la variable complexe s.

Alors, comme il est bien connu, elle converge pour $\mathrm{R}(s)>\sigma$, où σ est une quantité finie. Nous pouvons supposer $\sigma=0$.

Transformons la série (1) à l'aide de la substitution $e^{-s}=\log z$, $s=-\log z$.

Nous aurons

$$(2) \qquad \theta(z)=\sum_{0} a_n z^{\lambda_n}.$$

La fonction $\theta(z)$ est définie sur la surface de Riemann de la fonction $s=-\log z$ et la série (1) converge à l'intérieur du cercle $|z|\overline{\gtrless} 1$.

Il faut noter que tous les points singuliers de la fonction $\theta(z)$ sont situés, dans le cas considéré, sur le segment $\overline{1, +\infty}$.

Donc il reste à répondre à ces deux questions : 1° *sous quelles conditions tous les points singuliers de la fonction* $\theta(z)$ *sont situés sur le segment* $\overline{1, +\infty}$; *et* 2° *comment on peut les trouver.*

Pour répondre à la première question, il faut utiliser un de nos théorèmes : *Soit*

$$(3) \qquad \mathrm{F}_\varphi(z)=e^{\varphi i}\sum_{0}^{\infty} z^n n\,\Im(ne^{\varphi i}); \qquad \Im(ne^{\varphi i})=\sum_{0}^{\infty}\frac{a_s(ne^{\varphi i})^{\lambda_s}}{\Gamma(\lambda_s+2)}.$$

Alors, si ξ *représente un point singulier quelconque (excepté* $z=0$*) de la*

(¹) Séance du 16 juillet 1935.

fonction $\theta(z)$, *le point correspondant de la fonction* $F_\varphi(z)$ *sera*

$$\eta = \exp.\left(-\frac{e^{\varphi i}}{\xi}\right).$$

Donc, si tous les points singuliers de la fonction (2) sont situés sur le segment $\overline{1, +\infty}$, tous les points singuliers correspondants de la fonction (3) sont situés sur la spirale logarithmique $|z| = \exp.(-\cos\varphi/u)$, la variable réelle u étant contenue entre 1 et $+\infty$.

Le polygone de M. E. Borel, construit pour la fonction (2), consiste, dans le cas considéré, en le demi-plan $R(z) \overline{\gtrless} \xi$, où ξ est le plus proche de $z = 0$ des points singuliers de la fonction $\theta(z)$ (2).

En désignant par $\mathfrak{M}(\rho, \varphi)$ un point quelconque du côté unique du polygone de M. Borel $(-\pi/2 \overline{\lessgtr} \varphi \overline{\lessgtr} \pi/2)$, on a les formules connues ([1])

(4) $$l(\varphi) = \overline{\lim_{n \to \infty}} \frac{1}{n} \log|\mathfrak{I}(n e^{\varphi i})| = \frac{1}{\rho} = \frac{\cos\varphi}{\xi},$$

d'où résulte le théorème suivant : *Pour que tous les points singuliers de la fonction* $\theta(z)$ *soient situés sur le segment* $\overline{1, +\infty}$, *il faut et il suffit que les conditions suivantes aient lieu* : $l(\pm\pi/2) = 0$ *et* $l(\pi) \overline{\lessgtr} 0$.

Cela établi, il reste à déterminer les points singuliers de la fonction (3) et ensuite ceux de la fonction $f(s)$.

Pour cela, il faut poser, dans la série (3) : $\varphi = \pi/2$. Alors tous les points singuliers de la fonction $F_{\pi/2}(z)$ seront de la forme $e^{-i/\xi}$, où $\xi \overline{\gtrless} 1$. Tous ces points sont donc situés sur la circonférence $|z| = 1$ du cercle $|z| \overline{\lessgtr} 1$ entre 1 et e^{-i}, et pour les trouver il faut appliquer nos procédés que nous avons pratiqués dans nos travaux précédents ([2]).

En connaissant les points $\eta = e^{-i/\pi}$, nous trouvons tout de suite les points singuliers ξ de la fonction $\theta(z)$ et ensuite tous les points singuliers de la fonction $f(s)$ (1) qui sont tous de la forme

$$-\log\xi + 2k\pi i \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots).$$

La méthode s'applique aux autres expressions analytiques : aux séries de Taylor et de facultés, aux intégrales de Stieltjes du type

$$\int_0^\infty e^{-st} f(t)\, d\alpha(t), \quad \ldots.$$

([1]) Voir par exemple notre Mémoire dans les *Annales de l'École Polytechnique*, Varsovie, 1914-1915, p. 25-35.

([2]) *Recueil Mathématique*, 39, n°s 1-2, 1932, p. 92-96

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur quelques majorantes de la théorie des fonctions univalentes.* Note de M. **Miécislas Biernacki.**

Je désigne par $f(z)$ et $F(z)$ les fonctions qui sont holomorphes et univalentes dans le cercle $|z|<1$ et qui représentent ce cercle sur les domaines d et D respectivement, de manière que $f(0)=F(0)=0$, $\arg f'(0)=\arg F'(0)$. On suppose que d est contenu dans D et que $f(z)\not\equiv F(z)$.

I. *On a*

$$|f(x)|<|F(x)| \tag{1}$$

pourvu que $0<|x|<r_0$ *où*

$$2\log(1+r_0)-2\log(1-r_0)+4\,\mathrm{arc\,tang}\,r_0-\pi=0 \qquad (r_0=0,390\ldots).$$

Il n'est pas possible de remplacer r_0 *par un nombre plus grand.*

I *bis. Supposons, plus généralement, que* $f_i(z)$ *et* $F_i(z)$ $(i=1,2,\ldots,n)$ *soient holomorphes et univalentes dans le cercle* $|z|<1$ *et qu'elles représentent ce cercle sur les domaines* d_i *et* D_i *respectivement, de manière que*

$$f_i(0)=F_i(0),$$
$$\arg f'_1(0)=\arg f'_2(0)=\ldots=\arg f'_n(0)=\arg F'_1(0)=\arg F'_2(0)=\ldots=\arg F'_n(0).$$

Si d_i *est contenu dans* D_i *et si* $\arg x_1=\arg x_2=\ldots=\arg x_n$ *on a*

$$\left|\sum_{i=1}^{n} f_i(x_i)\right| \leqq \left|\sum_{i=1}^{n} F_i(x_i)\right|.$$

pourvu que $|x_i|<r_s$ *où* $r_s>0,15$ [1].

II. *Si d et* D *sont étoilés par rapport à l'origine,* (1) *a lieu pour* $0<|x|<r^\star=\sqrt{2}-1$; *si d et* D *sont convexes,* (1) *a lieu pour* $0<|x|<r_c$ *où* $2\,\mathrm{arc\,sin}\,r_c+4\,\mathrm{arc\,tang}\,r_c-\pi=0$ $(r_c=0,543\ldots)$. *Il n'est pas possible de remplacer* $r^\star$ *et* r_c *par des nombres plus grands.*

III. *On a* $|f'(x)|<|F'(x)|$ *pourvu que* $|x|<r_1$ *où* $r_1>0,1$.

IV. *Si d et* D *sont étoilés par rapport à l'origine, on a* $|f(x)|\leqq|\mathcal{F}^\star_x(x)|$ *dans tout le cercle* $|x|<1$. *On a* $\mathcal{F}^\star_x(0)=0$, $\arg\mathcal{F}^{\star\prime}_x(0)=\arg f'(0)$ *et* $\mathcal{F}^\star_x(z)$

---

[1] En particulier l'intégrale de $f(x)$ entre les limites 0 et x est plus petite en module que l'intégrale de $F(x)$ entre les mêmes limites pourvu que $0<|x|<r_s$.

représente conformément le cercle $|z| < 1$ *sur le domaine* D *ou sur* D *muni d'une seule coupure* C_x *située sur un rayon* $\arg z = \text{const}$.

Démonstration du théorème I. — Désignons par $z = \varphi(w)$ la fonction qui représente conformément un domaine Δ borné, simplement connexe et dont la frontière Γ se compose d'un nombre fini d'arcs analytiques réguliers sur le cercle $|z| < 1$, de manière que $\varphi(0) = 0$, $\varphi'(0) > 0$. y est un point de Δ et $x = \varphi(y)$. Supposons que l'on déforme Γ et soit $\delta\varphi(y)$ la variation de $\varphi(y)$. Appelons $f(z)$ la fonction inverse de $\varphi(w)$. Après la variation de Γ à x correspond y_1 et à y correspond x_1. Dans une transformation infiniment voisine de $w = f(z)$ un arc parcouru de y_1 vers y correspond à un arc parcouru de x vers x_1, il en résulte que $\delta f(x) = -f'(x).\delta\varphi(y)$, donc d'après M. Julia [1]

$$(2) \qquad \frac{\delta f(x)}{f(x)} = \int_\Gamma \frac{x f'(x)}{f(x)} \frac{x+z}{z-x} \left[\frac{1}{2\pi i} \frac{\varphi'^2(w)\delta w\, dw}{z^2}\right]$$

$z = \varphi(w)$ et w parcourt Γ dans le sens direct, δw est la variation de w comptée suivant la normale à Γ; on suppose que les conditions $\varphi(0) = 0$, $\varphi'(0) > 0$ restent toujours vérifiées. Le crochet est positif si δw a le sens de la normale extérieure par rapport au Δ et négatif dans le cas contraire.

1° Supposons que $0 < |x| < r_0$, on aura d'après M. Grunsky [2]

$$(3) \qquad \left|\arg \frac{x f'(x)}{f(x)} \cdot \frac{x+z}{z-x}\right| < \log \frac{1+r_0}{1-r_0} + 2 \operatorname{arc\,tang} r_0 < \frac{\pi}{2}.$$

Si d et D sont bornés et limités par des courbes analytiques c et C (sans points doubles), déformons c continûment de manière qu'elle reste analytique et qu'elle coïncide finalement avec C. On peut supposer que δw a le sens de la normale extérieure, on a donc toujours, d'après (2) et (3), $|\arg \delta f(x) - \arg f(x)| < \pi/2$ et ceci entraîne l'inégalité (1). Si d et D sont quelconques, on peut les approcher indéfiniment par des domaines dont nous venons de nous occuper, il en résulte que $|f(x)| \leqq |F(x)|$. Le principe de maximum, appliqué au quotient $f(z) : F(z)$, fournit alors l'inégalité (1).

2° D'après M. Grunsky (*loc. cit.*), si $F(z)[F(0) = 0, F'(0) > 0]$ représente conformément le cercle $|z| < 1$ sur le domaine D qui est le plan muni d'une coupure située sur une courbe analytique convenable γ, on a

---

(1) G. Julia, *Ann. Éc. Norm.*, 3e série, 39, 1922, p. 1-28.

(2) H. Grunsky, *Schriften des Mat. Sem. der Univ. Berlin*, 1, H. 3, 1932, p. 130.

$\arg[r_0 F'(r_0)] - \arg F(r_0) = \log(1+r_0) - \log(1-r_0)$. Il en résulte que si r est voisin de r_0 et $> r_0$ il existe une valeur $x = e^{i\theta} r$ (θ réel) telle qu'en posant $z = -ie^{i\theta}$, on aura

$$\frac{\pi}{2} < \left| \arg \frac{x F'(x)}{F(x)} \cdot \frac{x+z}{z-x} \right| < \pi. \tag{4}$$

En enlevant de D une petite région dont la frontière contient un arc de γ qui passe par le point $F(-ie^{i\theta})$ on obtient, d'après (2) et (4), un domaine d pour lequel $|f(x)| > |F(x)|$ [1].

Des considérations analogues permettent d'établir les théorèmes I *bis*-IV; les démonstrations de ces énoncés seront publiées dans un autre Recueil.

HYDRODYNAMIQUE. — *Brusque détente dans un gaz.* Note [2] de M. **Paul Noaillon**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Le phénomène de la propagation d'une brusque compression dans un gaz est bien connu depuis Riemann, Hugoniot et Hadamard, sous le nom d'onde de choc. MM. Jouguet et Langevin ont démontré que ce phénomène est toujours accompagné d'un brusque accroissement d'entropie, phénomène non réversible.

Une brusque détente ne peut donc s'effectuer par la loi inverse d'une brusque compression. Quelle est la loi de ce phénomène? C'est ce que nous nous proposons d'examiner ici.

Nous donnerons à notre problème la forme précise suivante, due à M. Gabeaud, qui est importante pour les artilleurs.

Le corps solide C est un cylindre de révolution autour de la partie négative de l'axe des z, cylindre illimité dans le sens $z = -\infty$ et dans l'autre sens, tronqué par le plan $z = 0$. La surface latérale cylindrique et la base $z = 0$ sont séparées par une arête vive qui dessine un cercle AA', de révolution autour de l'axe Oz.

A l'extérieur du cylindre C, en amont de $z = 0$, on entretient un courant gazeux permanent, parallèle à l'axe Oz.

L'absence de l'obstacle cylindrique pour $z > 0$ entraîne une brusque expansion du gaz qui arrive au voisinage de l'arête AA'.

---

[1] On voit aisément que la formule (2) est applicable bien que le domaine D soit limité par une coupure et qu'il ne soit pas borné.

[2] Séance du 16 juillet 1935.

Le mouvement du gaz, en dehors de l'arête AA', est continu. Il dépend d'un potentiel des vitesses.

Le problème a été traité, pour le cas d'un mouvement plan, le cylindre axial C étant remplacé par un mur vertical, dans la thèse de Th. Meyer (1).

Pour le mouvement plan, la question peut s'étudier facilement par la méthode des impulsions successives de M. Jouguet (2). Mais pour un mouvement dans l'espace à trois dimensions, cette méthode présente, dans notre problème, de grandes difficultés. J'ai eu recours à la méthode des caractéristiques de M. Goursat (3). Nous démontrons quelques propriétés de ces caractéristiques que nous utilisons, à savoir, qu'elles se propagent avec la vitesse du son et une propriété géométrique permettant, en chaque point, la discrimination, par continuité, des deux caractéristiques.

Nous employons les notations suivantes :

$p^{\underline{0}}$, $\omega^{\underline{0}}$, $T^{\underline{0}}$, $v^{\underline{0}}$, $\mu^{\underline{0}}$, $\tau^{\underline{0}}$ désignent les valeurs vers lesquelles tendent, respectivement, la pression p, le volume spécifique ω, la température absolue T, la vitesse (en module) v, l'angle de Mach μ et l'inclinaison τ de la vitesse $\vec{v}$ sur l'axe Oz au point P, quand on fait tendre ce point P, sur la droite AP, vers le point fixe A de l'arête AA'. Ces limites varient avec l'inclinaison θ de AP sur l'axe Oz.

L'indice R se rapporte aux grandeurs au repos. Il concerne l'état du gaz dans son réservoir de capacité infinie qui alimenterait notre courant gazeux.

C'est la constante de la relation

$$(4,7) \qquad \tau^{\underline{0}} + \mu^{\underline{0}} - \sqrt{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}} \operatorname{arc\,tang}\left(\sqrt{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}} \operatorname{tang} \mu^{\underline{0}}\right) = C,$$

à laquelle aboutit notre analyse. Elle est égale à la valeur finale des angles $-\tau^{\underline{0}}$ et $-\theta^{\underline{1}}$. Enfin a est la vitesse de propagation du son.

---

(1) *Über zwei dimensionale Bewegungsvorgänge in einem Gas, das mit Überschallgeschwindigkeit strömt* (*Dissert. Göttingen*, Berlin, 1908). Ce travail est résumé dans *Handbuch der Physik* (H. Geiger und Karl Scheel), p. 310-314.

(2) E. Jouguet, *Mécanique des explosifs*, p. 288-294, Paris, Doin 1917.

(3) E. Goursat, *Cours d'Analyse*, **3**, p. 47-61 (Paris, Gauthier-Villars). Nous avons dû modifier légèrement l'énoncé de M. Goursat, en n'affirmant pas *a priori* que les multiplicités (M_1) sont *caractéristiques;* car dans *notre définition* les caractéristiques sont toujours tracées sur une surface *intégrale*, et nous voulons précisément démontrer que S est une surface intégrale.

Nous trouvons que

$$\frac{\omega_1^0}{\omega_R}, \quad \frac{T_1^0}{T_R}, \quad \frac{v_1^0}{a_R}, \quad \frac{v_1^0}{a}, \quad \mu_1^0, \quad (\tau_1^0 - C), \quad (\theta_1^1 - C)$$

s'expriment en fonction de la seule variable p_1^0/p_R, ce qui nous permet de dresser un tableau numérique à une seule entrée de ces grandeurs, valable pour toute vitesse d'arrivée des gaz égale ou supérieure à la vitesse du son.

Enfin, signalons le fait le plus remarquable et presque paradoxal de la brusque détente d'un gaz à vitesse suffisante : c'est que le gaz ne se répand que dans une partie de l'espace qui lui est offert, la frontière de la région bombardée par les molécules gazeuses restant à une pression, à une densité et à une température absolue nulles, propriétés susceptibles d'applications pratiques.

Nous n'avons, il est vrai, considéré dans cette étude que des gaz parfaits. Mais c'est une première approximation des gaz véritables, et l'on peut augmenter cette approximation par la considération de la viscosité et de la conduction thermique à *densité cubique sommable* [1], en employant les méthodes dues à M. Picard (approximations successives, équations intégrales).

AÉRODYNAMIQUE. — *Contribution à l'étude expérimentale de la stabilité aux grandes incidences de certaines cellules biplanes.* Note [2] de MM. **Miroslav Nénadovitch** et **Maurice Denis**, présentée par M. Henri Villat.

Certaines cellules biplanes rigides caractérisées par un décalage positif, un faible entreplan et une interinclinaison négative possèdent des propriétés aérodynamiques intéressantes tant en envergure infinie qu'en envergure finie, ce qui a été signalé par l'un de nous dans une précédente Note [3].

Pour étudier la stabilité de ces mêmes cellules biplanes aux grandes incidences, nous avons utilisé la méthode d'enregistrement qui a fait également l'objet d'une Note antérieure.

Les résultats obtenus sont les suivants :

1° Aux grandes incidences chacune des ailes constitutives de la cellule

---

(1) P. Noaillon, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 441.
(2) Séance du 1er juillet 1935.
(3) M. Nénadovitch, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1573.

biplane prise isolément possède les caractéristiques générales déjà définies par l'un de nous, savoir : une discontinuité sur la polaire accompagnée d'une instabilité latérale importante.

2° Au contraire, pour la cellule biplane constituée par ces deux ailes, nous n'avons plus rencontré, même aux très grandes incidences, l'instabilité latérale propre à chacune d'elles.

En outre, les cellules biplanes définies ci-dessus présentent après le C_z maximum, une rapide augmentation de la traînée avec chute assez réduite de la portance. Si l'incidence continue à croître jusqu'à de très grandes valeurs (45°) le C_z croît lentement sans qu'il se manifeste aucune tendance à l'instabilité latérale.

Si l'on tient compte des autres caractéristiques déjà signalées, nous pouvons conclure que ces cellules biplanes favorables aux grandes vitesses, assurent également une grande sécurité à l'atterrissage.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Effet accélérateur d'une tension mécanique sinusoïdale sur le revenu d'une austénite fer-nickel-chrome-carbone hypertrempée.* Note [1] de MM. **P. Chevenard** et **X. Waché**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Il est connu depuis longtemps que les interventions mécaniques accélèrent, parfois même suffisent à déclencher la décomposition de certaines phases métalliques hors d'équilibre. L'usinage des ferronickels austénitiques non magnétiques produit des copeaux attirables à l'aimant, preuve du retour partiel du fer à l'état α. Lors de la traction d'un barreau d'alliage aluminium-cuivre trempé [2], Al^2Cu se précipite, comme le montrent les sinuosités du diagramme *effort-allongement*. L'étirage en filière d'une tige de duralumin trempé produit à la fois un durcissement banal par écrouissage et un durcissement structural par précipitation de Mg^2Si [3].

S'il est aisé de trouver d'autres exemples de cet effet accélérateur, les données quantitatives sont encore peu nombreuses. Il s'agit cependant d'un phénomène important, dont il faut se préoccuper dans les applica-

(1) Séance du 16 juillet 1935.
(2) A. Portevin et F. Le Chatelier, *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 507.
(3) L. Guillet, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 639.

tions mécaniques des alliages à haute température. Aussi en avons-nous décidé l'étude au laboratoire de la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville, à Imphy.

Elle a porté, en premier lieu, sur un ferronickel chromé carburé ferromagnétique : C = 0,33; Ni = 36,3; Cr = 11,0 pour 100. Cet alliage, formé d'un agrégat austénite-carbure à l'état stable à froid, est susceptible d'être transformé par hypertrempe en solution solide homogène, puis d'être ramené à l'état d'agrégat par revenu. L'analyse thermomagnétique permet de suivre quantitativement et d'une manière précise l'évolution du revenu : en effet, la précipitation de carbure riche en chrome relève le point de Curie de l'austénite, et rend ce constituant hétérogène [1] comme le prouve l'étalement de la transformation magnétique.

Des éprouvettes trempées à 1200° dans l'eau subissent des revenus de durées variables, échelonnés à une même température. Chaque revenu porte sur deux éprouvettes, l'une soustraite à tout effort, l'autre soumise à une tension mécanique constante ou sinusoïdale. Puis les courbes thermomagnétiques sont enregistrées et élaborées suivant la méthode déjà décrite, de manière à en déduire les points de Curie extrêmes Θ_1, Θ_2, de la solution austénitique et l'indice d'hétérogénéité σ. La figure donnée à titre d'exemple montre la variation de ces paramètres en fonction de la durée des revenus à la température de 750° : les courbes *tens* concernent des éprouvettes soumises à une tension sinusoïdale oscillant cinq fois par seconde entre 1,75 et 6,85 kg : mm², et les courbes *tém* les éprouvettes revenues sans nulle contrainte mécanique.

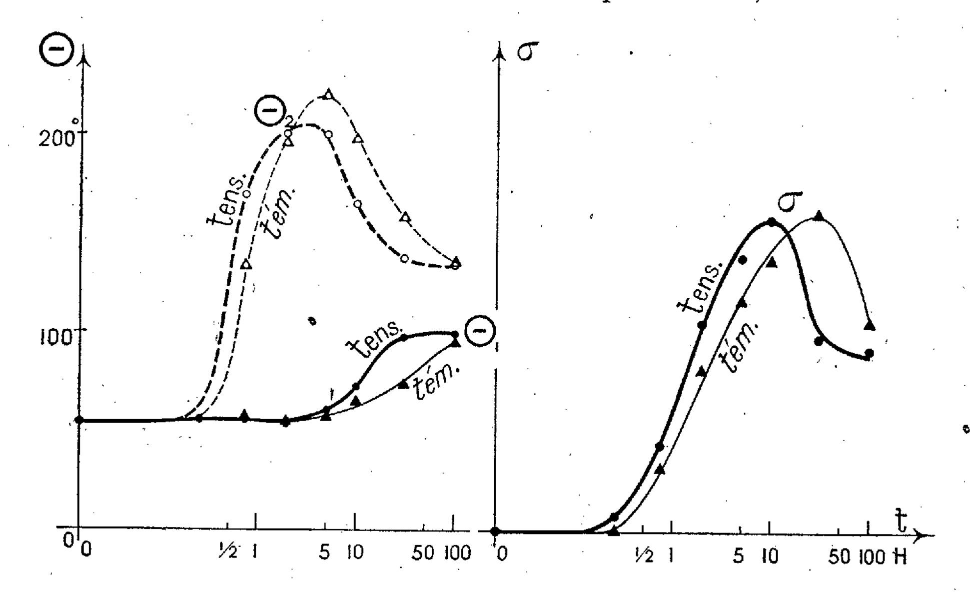
L'effet accélérateur de la tension sinusoïdale sur la précipitation des carbures est très net. D'après le déplacement des maxima des courbes Θ_2 et σ, cet effet est équivalent à celui d'un accroissement de la température de revenu voisin de 30°. Il est plus intense que l'effet d'une tension constante de 6,85 kg : mm² et, toutes choses égales d'ailleurs, paraît croître avec la fréquence.

Les conclusions de cette étude s'étendent évidemment à tout ferronickel complexe carburé, qu'il soit ferromagnétique ou non. Quand un de ces alliages doit travailler à haute température, il convient de le stabiliser par un recuit approprié, car le refroidissement consécutif au forgeage équivaut

---

(1) P. Chevenard, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1144; *Étude thermomagnétique de l'hétérogénéité des solutions solides* (Mémoire présenté au *XIVe Congrès de Chimie industrielle*, Paris, octobre 1934).

à une hypertrempe partielle. Faute de cette stabilisation, le revenu se poursuit en service, sous la double action de la température et de la contrainte mécanique : de cette précipitation de carbure résulte bien un certain accroissement de la résistance mécanique à chaud, mais aussi dans



certains cas, une fragilité comparable à la maladie de Krupp. D'où, rupture sans déformation sensible, comme il a été constaté sur des éprouvettes essayées à chaud [1], sur des soupapes de moteurs à explosion, etc. D'où, aussi, par l'effet de l'hétérogénéité, sensibilisation chimique à l'égard de certains réactifs gazeux, de l'anhydride sulfureux par exemple [2]. L'intérêt de notre étude est précisément d'éclairer la recherche des traitements de stabilisation efficaces.

---

(1) TAPSELL, JOHNSON et CLENSHAW, *National Physical Laboratory; Department of scientific andindustrial Research. Engineering Research*, Special report n° 18, 1932.

(2) MUSATTI et REGGIORI, *XIIIe Congrès de Chimie industrielle*, Lille, 1933; *Chimie et Industrie*, 31, n° 4, 1934, p. 569.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Photomètre stellaire à contraste.* Note [1] de M. **Raymond Tremblot**, présentée par M. Charles Fabry.

Le dispositif que nous décrivons a été étudié en vue d'étendre à la comparaison photométrique d'astres peu lumineux l'application de la méthode des plages, réservée jusqu'ici à l'étude des étoiles brillantes. Son principe reste celui du photomètre sans écrans diffusants de MM. Fabry et Buisson, mais une disposition différente des plages permet une meilleure utilisation de la lumière disponible quand les mesures doivent porter sur des sources ponctuelles de très faible éclat.

La figure représente les principaux organes de l'instrument que nous avons adapté à l'équatorial de $0^m,38$ de l'observatoire de Bordeaux, ainsi que l'aspect et les dimensions apparentes du champ photométrique. Deux prismes achromatiques, mobiles à l'intérieur de la lunette, font coïncider au foyer principal les images des étoiles à comparer; un oculaire de faible puissance, jouant le rôle de système amplifiant, les reporte sur un œilleton définissant la position de la pupille. On distingue ainsi deux petites plages circulaires, uniformément éclairées, dont les brillances sont proportionnelles au carré de la distance focale équivalente du système optique, pour un couple d'étoiles donné.

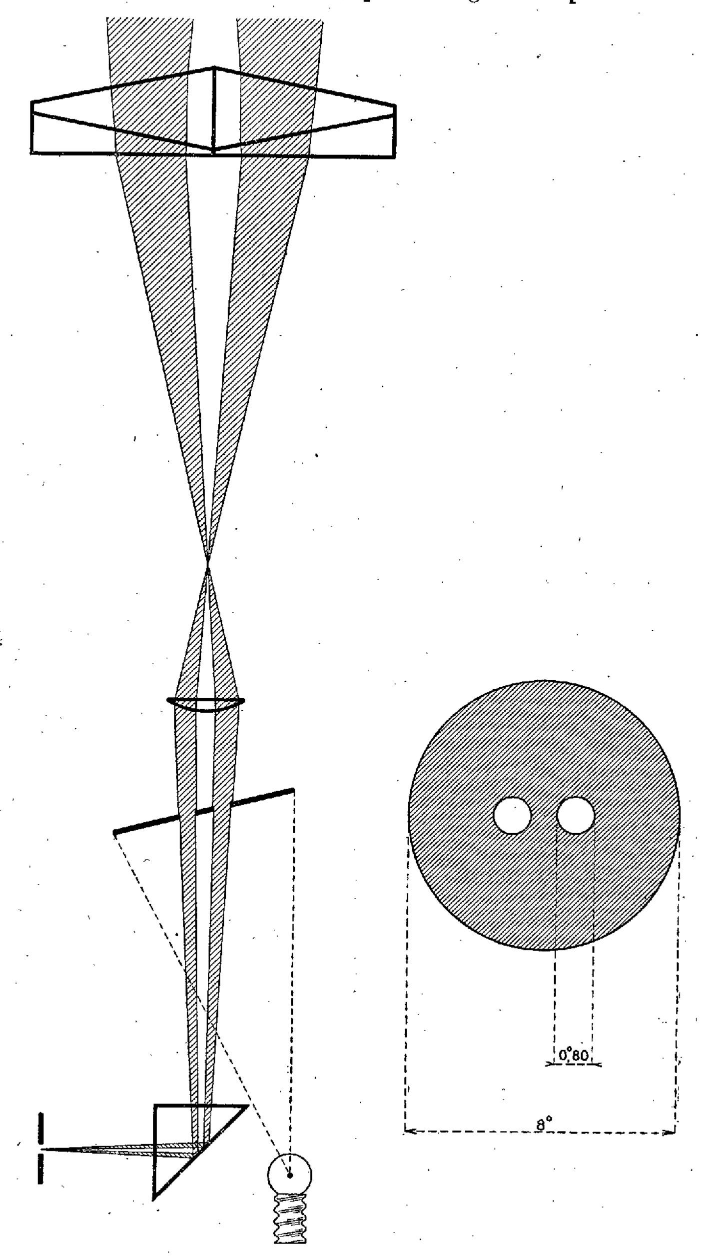
Dans le plan du cercle oculaire, dédoublé par les prismes, se trouve un diaphragme percé de deux ouvertures; il supporte un écran diffusant de même forme, éclairé par une petite lampe à incandescence à travers un filtre de teinte appropriée. On réalise de cette façon une plage de comparaison encadrant sans ligne de séparation les images de l'objectif. L'opération photométrique consiste à régler l'éclairement de l'écran pour lui donner une brillance légèrement inférieure à celle de la plage stellaire la moins lumineuse, puis à obtenir l'égalisation des contrastes en affaiblissant au moyen d'un coin absorbant le faisceau issu de l'autre étoile.

Un grand nombre de mesures, portant sur des étoiles de magnitude 8,0 à 10,5, ont été effectuées avec cet instrument afin d'en préciser les possibilités d'emploi; la brillance de l'écran diffusant, observé à travers un œilleton de 4^{mm} de diamètre, était alors comprise entre 2.10^{-6} et 2.10^{-7} bougies par centimètre carré.

---

(1) Séance du 16 juillet 1935.

Les résultats obtenus permettent d'évaluer à $0^{mag},025$ l'écart moyen d'un pointé exécuté dans ces conditions, peu fatigantes pour l'œil; il semble



donc facile d'atteindre une précision voisine du centième de magnitude, en imitant chaque comparaison à 5 ou 10 pointés.

La scintillation n'est guère gênante, car les ombres volantes qu'elle produit sont difficilement discernables quand on réduit à moins d'un degré le diamètre apparent d'un grand objectif, et laissent pratiquement invariables les flux lumineux qu'il recueille. Bien que les différences de coloration entre les plages soient rarement sensibles, il convient le plus souvent d'éliminer l'effet Purkinje en effectuant les observations à travers un filtre légèrement teinté en jaune, ce qui n'entraîne qu'une perte de lumière sans importance.

Le modèle ayant servi à nos essais ne permet que des mesures différentielles, celles-ci mettant mieux en évidence les erreurs instrumentales, et s'imposant d'ailleurs pour l'étude précise des étoiles variables et des amas stellaires. Sur le même principe pourrait être établi un photomètre absolu ou un colorimètre visuel, de façon à remédier à quelques-uns des inconvénients qu'entraîne l'emploi de ces instruments en astronomie stellaire.

PHYSIQUE. — *Sur l'ascension capillaire des goudrons et bitumes.* Note de M. **André Léauté**, transmise par M. Georges Charpy.

Ayant observé, au moyen du dispositif expérimental que j'ai précédemment décrit ([1]), l'ascension de divers goudrons et bitumes dans des tubes capillaires, j'ai fait application à la technique routière des résultats obtenus. J'ai pu analyser ainsi le processus suivant lequel une chaussée, rugueuse à l'origine, devient ensuite glissante.

Les revêtements superficiels à base de goudron ou de bitume sont aujourd'hui presque tous formés de gravillons que le liant fixe au substratum et joint les uns aux autres. Le plus souvent, ce liant, initialement localisé bien au-dessous de la face supérieure des gravillons, vient dans la suite des temps, noyer ceux-ci, et le risque de glissement naît de ce chef. Le phénomène avait jusqu'ici été attribué à l'enfoncement des gravillons dans le substratum, amolli par les chaleurs de l'été. J'ai pu constater que le liant apparaît à la surface de deux gravillons cubiques suffisamment rapprochés, même si le subtratum reste rigide à chaud; ceci infirme l'explication précédente et m'a conduit à penser que l'ascension capillaire est la cause prépondérante du phénomène (dénommé *ressuage* par les ingénieurs de la route).

([1]) Cf. André Léauté, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 41.

Remarquant que les parties de revêtement noircies par les remontées de liant en surface, sont de préférence celles où les véhicules passent le plus souvent et où les matériaux se tassent davantage, j'ai observé en de tels points les interstices entre gravillons et j'ai constaté qu'en de nombreux endroits ils sont approximativement limités par des surfaces parallèles distantes de moins d'un demi-milimètre, alors que l'épaisseur du revêtement est de l'ordre du centimètre. Or les valeurs du produit *rhd* (rayon du tube capillaire × hauteur d'ascension × poids spécifique de la substance auxquelles ont abouti mes mesures d'ascensions capillaires, antérieurement décrites ([1]), sont telles que les goudrons et bitumes s'élèvent à plus d'un centimètre, entre deux plans verticaux écartés d'un demi-milimètre. Le phénomène du *ressuage* des revêtemens est ainsi expliqué, alors même que le substratum aurait trop vieilli pour subir un ramollissement.

Mes mesures d'ascension capillaires se sont étendues de 35° à 80° C., sans que les valeurs du produit *rhd* aient varié de plus de 5 pour 100. De ce fait, qui constitue la divergence précédemment signalée avec les résultats d'expérimentateurs ayant opéré par d'autres méthodes, il découle que la viscosité du liant influe fort peu sur la valeur asymptotique de l'ascension. Par contre la vitesse de l'ascension diminue rapidement si la viscosité s'accroît. Pour les goudrons étudiés, il suffit de moins d'une heure à 60° C. pour que l'ascension, dans un tube d'un demi-millimètre de diamètre, soit quasi totale; à la même température, le bitume fluidifié SA exige trois heures, et le bitume SX une semaine. La température de 60° C. ci-dessus mentionnée s'entend dans le revêtement noir, où elle dépasse souvent de 15° celle que marque dans l'air le thermomètre. On conclut de là que, dès les premiers jours chauds de nos régions, le ressuage des goudrons se produira, tandis que pour les bitumes, il subira un retard. Ce retard sera accru du fait que le revêtement n'est exposé chaque jour que durant peu d'heures à une température aussi haute. J'ai procédé à des essais comparatifs pour évaluer l'accroissement de durée qui résulte de la substitution, au chauffage continu, d'un chauffage journalier de 3 heures seulement à 60°, suivi d'un refroidissement naturel : dans ces conditions, le produit en expérience a atteint en 360 heures, soit 15 jours, la hauteur à laquelle il fût parvenu en 3 heures de chauffe continue. Il s'ouvre donc

---

([1]) Cf, André Léauté, *loc. cit.* Ces valeurs qui ont varié de 6,5 à 7,8, mesurent en milligrammes par millimètre le double de la tension superficielle, si les tubes sont parfaitement mouillés.

une voie pour lutter contre le *ressuage* et pour maintenir aux revêtements leurs propriétés d'antidérapage; c'est de réaliser un liant dont la viscosité et la volatilité soient conjuguées de telle façon que, pendant la durée de l'ascension, le vieillissement du liant par évaporation soit total et que l'ascension capillaire soit, de ce chef, arrêtée. Mais, pour deux raisons opposées, cette condition n'a été réalisée ni par les goudrons, ni par les bitumes expérimentés, *lorsqu'ils sont employés seuls :* les goudrons parce que leur viscosité est trop faible, et les bitumes visqueux parce que leur volatilité est quasi nulle.

ÉLECTROCHIMIE. — *Processus d'oxydo-réduction, au niveau d'une paroi (kaolin) interposée dans une solution cuivrique, au cours de l'électrolyse. Facteurs déterminant sa vitesse d'apparition.* Note de Mme **Lina Guastalla**, transmise par M. Georges Urbain.

Nous avons décrit (1) un processus d'oxydo-réduction qui se produit au niveau d'une membrane de vessie de porc cloisonnant une solution d'un sel cuivrique, au cours de l'électrolyse de cette solution : formation de sels cuivreux et de Cu sur la face située dans le compartiment anodique, dégagement d'oxygène sur la face située dans le compartiment cathodique.

Nous nous sommes proposé de rechercher les facteurs qui déterminent la vitesse d'apparition de ce processus; nous avons caractérisé celle-ci par l'apparition de termes de réduction du sel cuivrique sur la face anodique de la paroi. Dans certaines conditions, des précipités successifs se forment sur cette face, sels basiques, hydroxyde cuivreux, puis, au milieu de bulles gazeuses (qui ne contiennent pas plus de 21 pour 100 d'oxygène) Cu^2O et Cu; dans d'autres conditions, la réduction, quantitativement très faible, est mise en évidence très nettement, quoique sans précipités apparents, par la coloration bleue intense du réactif phospho-molybdique (Fontès et Thivolle) versé sur cette face. L'analyse des gaz dégagés sur la face cathodique au cours de l'oxydation qui accompagne la réduction sur la face anodique, a montré une proportion de 40 à 50 pour 100 d'oxygène.

Naturellement toutes les électrolyses ont été faites dans les mêmes conditions de débit électrique et approximativemeut de température.

(1) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1679.

Pour cette étude, nous recherchions des parois identiques les unes aux autres et bien déterminées; nous avons successivement abandonné la vessie de porc, chimiquement non définie et de structure hétérogène; le collodion en raison de la difficulté de retrouver des membranes ayant la même épaisseur, le même gonflement dans l'eau, la même perméabilité; nous avons alors utilisé des diaphragmes taillés dans des plaques de kaolin de même provenance, différant par leur temps de cuisson et caractérisés par leur porosité et leur point isoélectrique; ces diaphragmes étaient rodés au papier de verre et lavés au jet d'eau.

Les facteurs qui déterminent la vitesse d'apparition de la réduction concernent : 1° le diaphragme; 2° la solution électrolytique.

Nous n'avons pu trouver de diaphragmes ne différant que par une seule propriété physique; le seul facteur dont nous ayons pu isoler l'effet sur la vitesse d'apparition du phénomène est l'épaisseur.

I. La vitesse d'apparition du processus d'oxydo-réduction est indépendante de l'épaisseur du diaphragme.

Variations de la vitesse d'apparition de la réduction avec l'épaisseur du diaphragme.

Kaolin (1).	Épaisseur.	Solution.		Délai d'apparition de Cu_2O et de Cu.
	mm			
A..........	1,5	sulfate M/500	pH=4,4	approxim. 20 minutes
	5	»	»	»
B..........	2	acétate M/500	pH=5,7	quelques minutes
	4	»	»	»
	5,5	»	»	»
B..........	1,8	acétate M/500	pH=5,4	approxim. 30 minutes
	5,6	»	»	»

II[a]. pH. Pour un même anion, les vitesses d'apparition du processus d'oxydo-réduction sont d'autant plus grandes que les solutions sont moins acides.

---

(1) Kaolin A : peu poreux, point isoélectrique voisin de 1. Kaolin B : beaucoup plus poreux, point isoélectrique voisin de 2,3.

Variations de la vitesse d'apparition de la réduction avec le pH *de la solution.*

Kaolin.	Solution.	pH.	Réduction.	Délai d'apparition de la réduction (approxim.).
A..........	sulfate M/500	4,5	Cu^2O et Cu	0h30m
		3,5	faible (¹)	2
		2,5	nulle	3
A.........	acétate M/500	5,6	faible	2.30
		4,5	faible	3.30
		3,5	nulle	3.30
B.........	acétate M/500	5,6	Cu^2O et Cu	0.15
		4,5	faible	3
		3,5	nulle	3.30
B.........	sulfate M/500	4,5	faible	0.30
		3,5	nulle	3.30

II^b. *Dilution.* — Pour un même anion, les vitesses d'apparition du processus d'oxydo-réduction augmentent quand les dilutions diminuent.

Variation de la vitesse d'apparition de la réduction avec la dilution.

Kaolin.	Solution.	Dilution.	Réduction.	Délai d'apparition de la réduction (approxim.).
A.......	sulfate pH = 4,9	M/500	Cu^2O et Cu	0h30m
		M/100	nulle	3.30
B.......	acétate pH = 5,6	M/500	Cu^2O et Cu	0.15
		M/100	nulle	2.30

Il vient naturellement à l'esprit de rapprocher ce processus du phénomène de Becquerel.

OPTIQUE. — *Sur la cohérence des radiations lumineuses et la possibilité d'emploi des appareils interférentiels comme monochromateurs.* Note (²) de MM. **Marcel Cau** et **Félix Esclangon**, présentée par M. Aimé Cotton.

La théorie classique des interférences attribue l'*incohérence* des faisceaux lumineux à l'existence de trains d'ondes monochromatiques de

(¹) Réduction, sans précipité apparent, mise en évidence par le réactif phosphomolybdique.

(²) Séance du 16 juillet 1935.

longueur limitée. Cette théorie permet de définir la cohérence d'un faisceau par la différence de marche maximum qui laisse observer des interférences. Cette cohérence est une propriété propre du faisceau indépendante des appareils d'observation.

Au contraire, selon les idées de Gouy et Lord Rayleigh, si remarquablement précisées par Schuster, la régularité lumineuse est créé par le spectroscope lui-même, qui joue le rôle d'un analyseur harmonique séparant les diverses radiations sinusoïdales données par l'analyse mathématique de l'ébranlement lumineux. Tout spectroscope peut servir de monochromateur jusqu'à une limite imposée par son pouvoir séparateur seul.

Quoique les deux théories soient équivalentes si l'on admet les hypothèses habituelles sur la propagation de la lumière, on peut tenter la distinction par l'expérience. On enverra sur un spectroscope interférentiel monté en monochromateur un faisceau de trains d'ondes plus courts que la différence de marche maximum imposée par l'appareil, et l'on analysera avec un deuxième appareil la lumière sortie du premier. D'après la première hypothèse, la cohérence du deuxième faisceau doit être identique à celle du premier; d'après la deuxième, le second faisceau doit être plus monochromatique que le premier.

Nous disposions, comme appareils interférentiels, d'un réseau de Rowland de 8^{cm} de partie rayée, d'un échelon de Michelson à 25 marches de 1^{cm}, d'un interféromètre et d'un étalon de Perot et Fabry. Nous avons réalisé de nombreuses combinaisons de ces appareils en les employant comme monochromateurs et analyseurs avec des dispersions parallèles ou croisées. Nous avons pris comme source de lumière un arc à mercure en quartz à grand éclat, du type Bruhat, qui, fonctionnant à pression assez élevée, donne des raies très larges; nous avons aussi opéré quelquefois en lumière blanche.

Nous avons constaté dans chaque montage que la position et la finesse des franges pouvaient être prévues exactement en se plaçant à chacun des points de vue. On peut soit admettre que l'image donnée par le premier appareil contient des radiations monochromatiques juxtaposées, soit attribuer à la lumière une cohérence propre que le monochromateur n'a pas modifiée.

Si l'on admet que la cohérence se conserve, l'existence des franges données par l'analyseur peut être attribuée à des interférences entre des faisceaux de très faible différence de marche : on peut grouper deux par deux les rayons qui interfèrent de sorte que si l'un a pris du retard sur l'autre dans

le premier appareil, c'est l'inverse qui a lieu dans le second; la différence de marche résultante peut être très réduite. Ce mode de raisonnement est celui que l'on emploie pour expliquer les franges de superposition de deux étalons de Perot et Fabry.

Si la différence de marche résultante croît, et atteint la limite d'interférence du faisceau initial, les franges disparaissent. Cette disparition s'explique dans l'hypothèse de Gouy par la juxtaposition des franges des diverses lumières monochromatiques constituant le faisceau incident.

Ainsi on peut dire à la fois, et que la cohérence propre du faisceau est conservée par l'appareil interférentiel, et qu'un appareil interférentiel peut jouer le rôle de monochromateur avec son pouvoir séparateur comme limite.

Toutefois, l'interprétation classique de l'effet de pression restant sujette à caution, nous avons prolongé nos expériences jusqu'à avoir des différences de marche de l'ordre des longueurs naturelles des trains d'ondes, longueurs que les mesures de Minkowski sur les largeurs naturelles de raies spectrales permettent d'évaluer à 30^m environ.

Le seul appareil permettant d'atteindre des différences de marche de cet ordre paraît être l'interféromètre à lames semi-argentées. Pour l'employer comme monochromateur, on l'éclaire avec un collimateur à trou, d'axe optique normal aux lames. L'appareil ne transmet avec une intensité notable que les radiations de longueur d'onde $\lambda = 2e/K$ (e, distance entre les lames; K, nombre entier).

Comme analyseur, nous avons utilisé le monochromateur même en renvoyant le faisceau sur lui-même, après en avoir changé la convergence de façon à permettre l'observation des anneaux. On observe une série d'anneaux identiques à ceux que donnerait un étalon d'épaisseur e, mais avec des lames de pouvoir réflecteur r^2 au lieu de r, pouvoir réflecteur réel. Ces anneaux peuvent également être considérés comme des franges de superposition, et le calcul des intensités donne le même résultat dans les deux cas [1].

Ces anneaux ont été observés avec l'arc au mercure et en lumière blanche. Ils sont très stables, étant pratiquement insensibles aux variations de l'épaisseur e. Ils disparaissent si l'on écarte le trou du collimateur de la normale aux lames. Si l'on augmente progressivement le diamètre du trou,

---

(1) Ces anneaux, considérés comme franges de superposition ont été déjà observés, en particulier par G. Simon (*Ann. de Phys.*, 13, 1930, p. 155).

le contraste des anneaux diminue, les anneaux disparaissent pour subir ensuite plusieurs réapparitions successives avec des contrastes de plus en plus faibles.

Ces anneaux ont été observés pour des épaisseurs *e* croissantes : 30^{cm}, 160^{cm}, 254^{cm}, et enfin 602^{cm}. Dans ce dernier essai, parmi les faisceaux concourant à la formation de l'image, il en est qui ont une différence de marche supérieure à 30^{m}, ordre de grandeur des longueurs des trains d'ondes naturels.

Il nous paraît donc établi que les deux hypothèses conduisant aux mêmes résultats sont indiscernables et ne sont que deux manières d'exprimer la même idée, si les équations de propagation de la lumière sont linéaires. Des difficultés pourraient peut-être se présenter si les appareils comportaient des milieux fortement dispersifs et absorbants.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'influence du soufre sur les propriétés du cuivre.* Note [1] de MM. **Witold Broniewski** et **W. Lewandowski**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Le soufre se trouve de règle, comme impureté, dans le cuivre n'ayant pas subi de raffinage électrolytique; il peut aussi s'introduire par l'effet des gaz de combustion à la fusion du cuivre dans des fours à flamme. Nous avons donc cru intéressant d'étudier l'influence du soufre présent dans le cuivre en faible proportion, ne dépassant pas 1 pour 100.

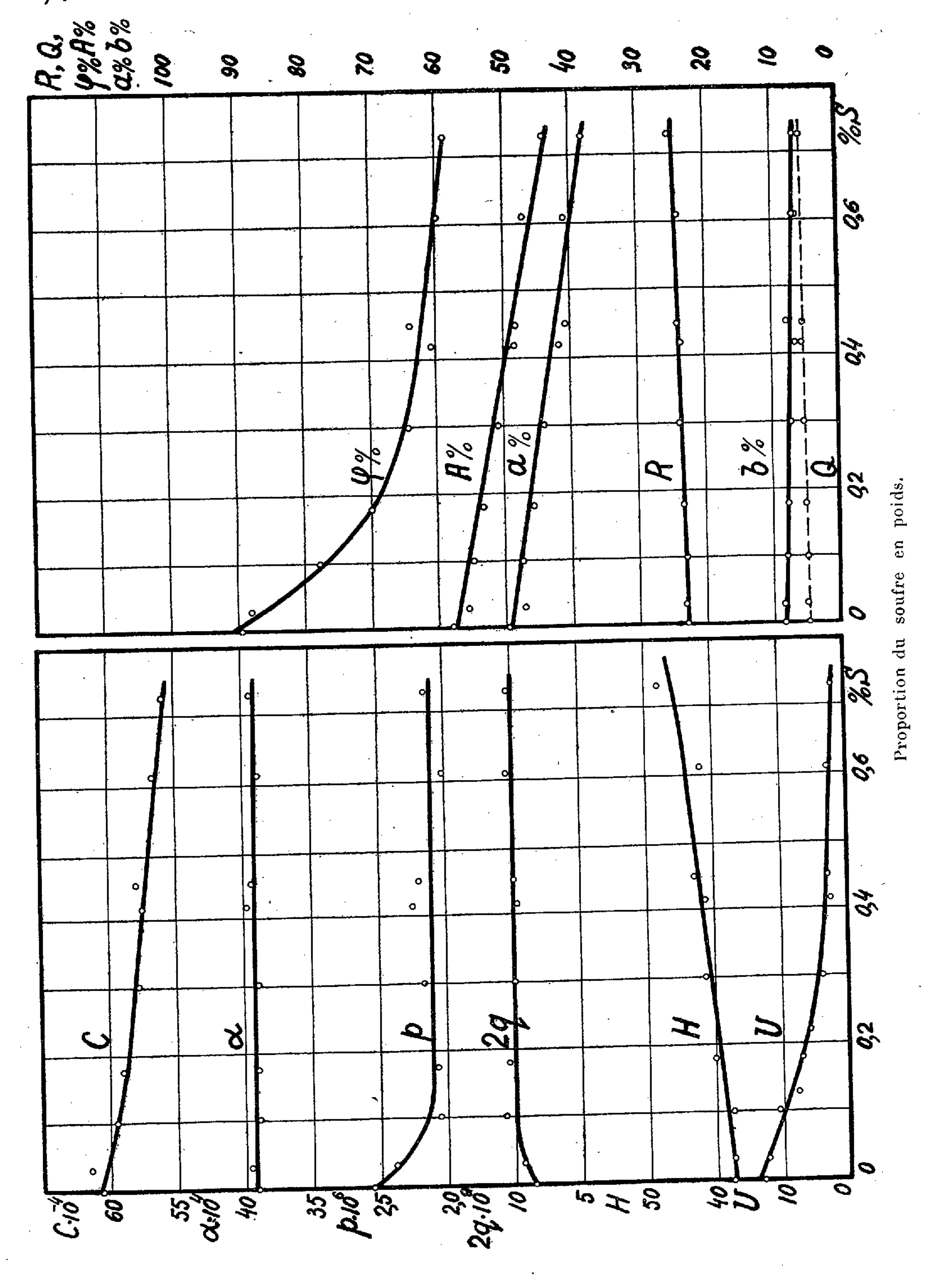
L'alliage était obtenu au four à haute fréquence par fusion du cuivre et de son sulfure. La teneur en soufre était déterminée par l'analyse, qui permettait de constater une perte très sensible de ce constituant par rapport à la proportion introduite. Les lingots ainsi obtenus, subissaient le laminage, l'étirage et le recuit afin d'être convertis en barres de 10×10^{mm} de section pour les essais de résilience et en fils de 5^{mm} de diamètre, servant pour toutes les autres épreuves.

Les résultats de cette étude sont indiqués sur la figure ci-après.

Influence du soufre sur les propriétés du cuivre. — S, proportion du soufre en pour 100; C, conductivité électrique en ohms par centimètre cube; α, coefficient de température de la résistance électrique entre zéro et 100°;

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.



Proportion du soufre en poids.

p, pouvoir thermoélectrique à 0°, en volts, rapporté au plomb; $2q$, variation du pouvoir thermoélectrique avec la température entre $-80°$ et $+100°$; R, résistance à la traction en kg/mm²; Q, limite élastique (de proportionnalité) en kg/mm²; A, allongement total à la rupture en pour 100 sur éprouvette internationale (longueur = 10 diamètres); a, allongement proportionnel en pour 100; b, allongement de striction ($b = A - a$) en pour 100; φ, striction en pour 100; H, dureté Brinell; U, résilience sur petites éprouvettes allemandes $100 \times 10 \times 8^{mm}$ avec entaille de 5^{mm} à l'angle de 45°.

Nous voyons sur la figure que les propriétés des alliages, en fonction de la composition en soufre, ne varient que faiblement et sont, à l'exception des paramètres thermoélectrique, p et $2q$, dépourvus de points singuliers. Ceci s'applique, en particulier, aux propriétés les plus importantes pour le cuivre technique, comme la conductivité électrique (C) et les propriétés mécaniques.

Cette forme de diagramme, caractéristique pour les mélanges, se trouve confirmé par la micrographie qui met en évidence des cristallites de Cu^2S déjà pour la teneur, la plus faible, de 0,03 pour 100 de soufre. Ces cristallites, à formes arrondies, augmentent en nombre et en dimension avec la teneur en soufre tout en restant disséminés et sans manifester de tendance à former des surfaces de moindre résistance.

La limite de solubilité du soufre dans le cuivre apparaît donc très faible, inférieure à 0,03 pour 100 de sorte que l'effet du Cu^2S formé est semblable à celui des soufflures ou des inclusions neutres.

Ainsi l'effet nuisible du soufre sur le cuivre semble être moins important que l'effet de l'oxygène [1] étudié précédemment.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlorure de nitrosyle sur quelques sels d'argent.* Note de M. **Roger Perrot**, transmise par M. Georges Urbain.

J'ai montré que le chlorure de nitrosyle transformait les carbures en dérivés chlorés [2] et certains nitriles en oximes [3]. Il m'a semblé que l'examen de l'action de ce chlorure sur quelques sels métalliques et en

(1) W. Broniewski et S. Jaslan, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 174.
(2) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1424.
(3) *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 585.

particulier les sels d'argent, compléterait nos connaissances sur le mécanisme de ces transformations.

Les résultats de ces recherches permettent de préciser trois groupes de réactions :

1° formation de dérivés nitrosylés par double décomposition;

2° formation d'oxyde azotique et libération de l'anion du sel engagé. Dans le cas de sels dérivant d'acides oxygénés la réaction se complique souvent de phénomènes d'oxydo-réduction dus à la formation transitoire de peroxyde d'azote;

3° oxydation complète de la molécule s'accompagnant d'une réduction du NOCl à l'état d'azote ou d'oxyde azotique.

J'ai utilisé le mode opératoire suivant : le sel d'argent anhydre est soumis à l'action d'une quantité connue de NOCl, à température ordinaire, dans un tube de verre scellé après élimination de l'air. La réaction terminée, on procède à l'analyse de la phase gazeuse et du résidu salin qui contient tout le chlore sous forme de AgCl.

L'exemple le plus frappant des réactions du premier groupe est constitué par le cas du nitrate d'argent. L'absorption très rapide de NOCl permet d'obtenir du peroxyde d'azote pur, considéré comme nitrate de nitrosyle. Un autre exemple est fourni par le perchlorate d'argent. Le sel devenant compact, la transformation totale n'est atteinte qu'après plusieurs heures. Il ne se forme aucun produit gazeux et le résidu salin engendre par hydrolyse de l'acide nitreux. Cette réaction démontre l'existence du perchlorate de nitrosyle sous une forme anhydre (¹).

Au deuxième groupe se rapportent les sels suivants :

Le sulfocyanure réduit quantitativement le NOCl en oxyde azotique et se transforme en polymère jaune de sulfocyanogène (²); dans les mêmes conditions l'iodure d'argent cède son iode, tandis que le bromure ne réagit que partiellement, même par chauffage à 200°.

Le nitrite d'argent conduit à un mélange de NO et de peroxyde d'azote. Ce dernier oxyde peu à peu le nitrite en nitrate, l'expérience directe montre que par action de N^2O^4 sur le nitrite il apparaît de l'oxyde azotique.

(¹) Considéré comme hydraté par K. A. Hoffmann (*Ber. deuts. Chem. Ges.*, **42**, 1909, p. 2031), le perchlorate de nitrosyle a été obtenu anhydre par Hantzsch et Berger *Zeit. fur anorg. Chem.*, **190**, 1930, p. 321).

(²) D'après Lecher et Graf l'existence du sulfocyanure de nitrosyle est douteuse (*Ber. deuts. Chem. Ges.*, **59**, 1926, p. 2601).

Le carbonate d'argent (comme d'ailleurs l'oxyde) offre un autre exemple intéressant. Les produits formés sont l'oxyde azotique, le gaz carbonique, le chlorure et le nitrate d'argent, qu'accompagne toujours un peu de nitrite. De nombreux essais ont montré que plus de 60 pour 100 du NOCl engagé se retrouvaient sous forme de NO, 8 pour 100 à l'état de nitrite et le reste, 30 pour 100 environ, à l'état de nitrate. On doit admettre qu'il se forme du nitrite et du peroxyde d'azote qui peut, concurremment avec NOCl, réagir avec le nitrite ou le carbonate. L'enchaînement de ces réactions qui s'effectuent en quelques secondes conduit au schéma principal suivant :

$$2Ag^2CO^3 + 3NOCl \rightarrow 3AgCl + AgNO^3 + 2NO + 2CO^2.$$

Nous avons vérifié d'ailleurs que le peroxyde d'azote est fixé par le carbonate avec production dominante de nitrate et de NO.

Le sulfite d'argent présente la particularité suivante : le peroxyde d'azote formé, ne pouvant subsister à côté du gaz sulfureux, est transformé en pyrosulfate de nitrosyle. L'analyse rend vraisemblable cette interprétation qui conduit au schéma de réaction :

$$3Ag^2SO^3 + 6NOCl \rightarrow 4NO + SO^2 + S^2N^2O^9 + 6AgCl.$$

Avec l'hyponitrite, l'évolution est rapide également et l'azote apparaît comme principal constituant gazeux accompagné d'une faible quantité de NO.

Le troisième groupe de réactions est illustré par les cas de l'oxalate et du cyanate d'argent. L'oxalate est oxydé en CO^2 pendant que le chlorure de nitrosyle passe à l'état de NO, le cyanate subit la même oxydation, mais le NOCl se réduit en azote. Il en est de même de la cyanamide dont l'oxydation s'accompagne de flammes tandis que le cyanure et la dicyanimide nécessitent un chauffage vers 150°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transpositions moléculaires en série cyclanique. Extension et raccourcissement de cycles.* Note [1] de MM. **M. Tiffeneau**, **P. Weill**, **J. Gutmann** et **B. Tchoubar**, présentée par M. Auguste Behal.

De nombreux cas de raccourcissement de cycles ont été signalés par nous ou par divers auteurs soit dans la déshydratation des cyclanediols [2], soit dans la déshalogénation de leurs halohydrines ou encore dans l'isomé-

---

[1] Séance du 16 juillet 1935.

[2] Tiffeneau et Tchoubar, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 1624.

risation des époxydes correspondants ([1]), soit enfin dans la désamination des aminoalcools ([2]). D'autre part on a signalé quelques cas d'extension de cycles, mais seulement lorsque les deux hydroxyles des glycols sont juxtanucléaires.

Nous nous sommes proposé de réaliser les deux effets inverses d'extension et de raccourcissement de cycle dans les séries du cyclohexane et du cycloheptane en utilisant une seule des réactions ci-dessus, l'isomérisation des époxydes. A cet effet, nous avons essayé de transformer les époxydes (et même les iodhydrines) du benzylidène- ou du *p*-méthoxybenzylidènecyclohexane en phényl- ou en anisylcycloheptanones et, inversement, de transformer les époxydes dérivés des arylcycloheptènes en arylcyclohexylformaldéhydes. Toutefois, la nature des radicaux substituants, phényle et anisyle, n'est pas indifférente.

I. Dans le premier cas, qui comporte une extension de cycle, le passage du cycle en C^6 au cycle en C^7 n'a lieu par isomération des époxydes que lorsque Ar est un anisyle : il y a alors passage par le schéma intermédiaire ci-dessous et formation d'anisylcycloheptanone.

$CH^2-CH^2-C:CH-Ar$ / CH^2-CH^2-C — Isomérisation de l'époxyde (pour Ar=An) → $CH^2-CH^2-C—CH-Ar$ (O) / $CH^2-CH^2-CH^2$ ⟶ CH^2-CH^2-CO / CH-Ar / $CH^2-CH^2-CH^2$

Schéma 1. — Extension de cycle (seulement pour Ar = anisyle).

Lorsqu'au contraire Ar est un phényle, il y a formation de phénylcyclohexylformaldéhyde en passant par une autre forme intermédiaire qui est l'inverse de la précédente, c'est-à-dire dans laquelle l'O reste fixé sur le CH secondaire et non sur le C tertiaire. Quant aux iodhydrines leur déshalogénation par HgO conduit par migration de l'aryle et sans racccourcissement de cycle aux arylcyclohexylformaldéhydes.

II. Dans le second cas, qui comporte un passage du cycle en C^7 au cycle en C^6, le raccourcissement de cycle implique le mécanisme intermédiaire II schématisé ci-après.

Dans les deux cas étudiés, à savoir l'isomérisation du phényl-1-époxy-1.2-cycloheptane et celle de l'anisyl-1-époxy-1.2-cycloheptane il y a, comme dans le schéma II, formation d'arylcyclohexylformaldéhyde, mais il se produit simultanément une autre réaction, prépondérante lorsque Ar est un anisyle et comportant non plus un raccourcissement de cycle, mais une migration de Ar avec formation d'arylcycloheptanone.

([1]) *Comptes rendus*, **159**, 1914, p. 771; **195**, 1932, p. 1284; **198**, 1934, p. 941 et 1039; **199**, 1934, p. 360. — Godchot, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **1**, 1934, p. 1153.

([2]) Godchot et Mousseron, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 2000.

Ainsi, on peut, par une même réaction (isomérisation des époxydes), passer, soit du noyau cyclohexanique au noyau cycloheptanique quand la fonction époxyde est juxtanucléaire (schéma 1), soit inversement de ce dernier au noyau cyclohexanique (schéma 2) quand cette fonction est intranucléaire.

```
CH2-CH2-CH2                      CH2-CH2-CH2                 CH2-CH2-CH2
|          \        Isoméris.    |          \                |         |
|           CH     des époxydes> |           CH     ——>      |         |
|          //                    |          / O              |         |
CH2-CH2-C-Ar                     CH2-CH2-C-Ar                CH2-CH2-C(Ar)CHO
```

Schéma 2. — Raccourcissement de cycle (pour Ar = C^6H^5 ou anisyle).

1° *Benzylidène cyclohexane* $C^6H^5.CH : C^6H^{10}$. — Ce carbure (Eb. 126° sous 158^{mm}) a été préparé d'après Prévost [1] et transformé d'une part en époxyde (Eb. 135° sous 15^{mm}) par oxydation perbenzoïque, d'autre part en iodhydrine par HgO et I. L'isomérisation de l'époxyde et la déshalogénation par HgO de l'iodhydrine conduisent à un unique produit l'aldéhyde phényl-1-cyclohexylformique, provenant d'une migration du phényle mais sans extension de cycle : Eb. 144-145° sous 19^{mm}. Semicarbazone F. 219°.

2° *Méthoxybenzylidène cyclohexane* $CH^3OC^6H^4.CH : C^6H^{10}$. — Ce composé (Eb. 172° sous 23^{mm}) a été préparé de la même manière que le précédent en faisant réagir $BrMgC^6H^5$ sur l'anisaldéhyde; on obtient un alcool secondaire F. 89° qu'on déshydrate par catalyse dans le vide sur Al^2O^3 à 280°. L'époxyde (Eb. 175° sous 18^{mm}) obtenu par oxydation perbenzoïque s'isomérise en anisylcycloheptanone (F. 60°; semicarbone, F. 145°). Quant à l'iodhydrine obtenue par fixation de IOH, elle est déshalogénée par un excès de HgO en anisylcyclohexylformaldéhyde (semicarbazone 219°) qui s'oxyde en acide correspondant (F. 178°).

3° *Phénylcycloheptène* $C^6H^5.C^7H^{13}$. — Ce carbure (Eb. 131-132° sous 16^{mm}) a été obtenu d'emblée en traitant par $BrMgCH^3$ la cycloheptanone (qui nous a été très aimablement fournie par M. Godchot), puis en déshydratant le carbinol brut par catalyse dans le vide sur Al^2O^3 à 280°.

---

(1) Prévost, Donzelot et Balla, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1041. Les conclusions de ces auteurs tirées de l'effet Raman sont confirmées par nous. Auwers prétendait que ce carbure se transforme lors de sa formation en benzyl-1-cyclohexène-1.2. Or la déshalogénation de l'iodhydrine dérivée de ce dernier carbure fournit la benzylcyclohexanone (Tiffeneau et Porcher, *Bull. Soc. Chim.*, **31**, 1922, p. 325), alors que l'iodhydrine ci-dessus fournit phénylcycloheptanone et phénylcyclohexylformaldéhyde.

L'époxyde obtenu par oxydation perbenzoïque, se transforme par chauffage en un mélange de phénylcycloheptanone (semicarbazone F. 155°) et de phénylcyclohexylformaldéhyde (semicarbazone F. 219°).

4° *Anisylcycloheptène* $CH^3OC^6H^4C^7H^{13}$. — Ce dérivé éthylénique (170-175° sous 14^{mm}) a été obtenu en déshydratant sur Al^2O^3 à 280° sous vide, le carbinol brut provenant de l'action de BrMgAn sur le cycloheptanone. L'époxyde correspondant s'isomérise à chaud en un mélange d'un peu d'anisylcyclohexylformaldéhyde dont la semicarbazone fond à 219° (schéma II) et d'anisylcycloheptanone (F. 60°; semicarbazone F. 145°).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydes organiques dissociables. La structure anthracénique est douée de l'oxydabilité réversible : oxyde dissociable du mésodiphénylanthracène.* Note (¹) de MM. **Charles Dufraisse** et **André Étienne**, présentée par M. Marcel Delépine.

On avait essayé (²) de dégager, d'après l'exemple des rubènes, les particularités structurales nécessaires à la formation d'oxydes organiques dissociables. Nous nous sommes proposé de contrôler la valeur de cette théorie en recherchant l'oxydabilité réversible dans des molécules qui, tout en n'ayant aucun lien apparent avec les rubènes, présentaient les conditions de structure ainsi fixées à priori.

Ce qui avait paru primordial était la présence de carbones à quatrième valence atténuée, aptes à manifester éventuellement la forme radicale libre, comme les carbones triarylméthyliques, $Ar^3 \equiv C$ —, qui avaient été donnés comme exemple.

On avait montré ensuite qu'il fallait la réunion, dans la même molécule, de deux de ces carbones, solidement arc-boutés dans un agencement symétrique, pour que la molécule puisse résister à l'énergie de l'oxygène lors de l'addition de cet élément et surtout lors de son expulsion thermique. Il en résultait pour l'oxyde dissociable une disposition cyclique, avec l'oxygène jeté en pont sur les deux points d'attaque.

Était jugé tout aussi indispensable un mode d'enchaînement permettant aux deux liaisons éventuellement libérables d'exécuter solidairement des

(¹) Séance du 1er juillet 1935.

(²) Ch. Dufraisse, *Soc. chim.*, 53, 1933, p. 837; voir aussi *Cinquième Conseil de Chimie Solvay*, 1934 (Rapports et discussions, 1935, p. 225).

mouvements coordonnés. Le premier de ces mouvements est la libération simultanée de deux valences (état intermédiaire diyle ou biradical) pour la capture de l'oxygène. Le deuxième est la résorption géminée des deux mêmes valences à l'intérieur du système, après la dissociation de l'oxyde, pour supprimer aussitôt l'état excité de la molécule et lui éviter une attaque secondaire par l'oxygène expulsé.

Enfin une condition certainement favorable, aussi bien à la formation du peroxyde qu'à sa bonne tenue à basse température, était la limitation à cinq ou six du nombre des chaînons du cycle peroxydique (écartement 1-3 ou 1-4 des deux carbones actifs).

I — II — III forme intermédiaire diyle (ou biradicale)

IV forme ordinaire — V oxyde dissociable de mésodiarylanthracène — VI mésodiphénylanthracène

Essayons maintenant d'imaginer un édifice moléculaire conforme à ces données. A cet effet, disposons en face l'un de l'autre deux carbones triarylméthyliques, I. Pour les accoupler, il suffit de mettre en commun leurs aryles latéraux, II. On a l'écartement voulu, 1-4, si les soudures sont en ortho. Dès lors, la figure résultante n'est autre que la formule des mésodiarylanthracènes, III et IV.

Elle répond à tout ce qui vient d'être stipulé. Les carbones méso sont de véritables carbones triarylméthyliques; ils sont solidement arc-boutés l'un contre l'autre dans un ensemble symétrique et de solidité réputée, le squelette anthracénique; de plus, grâce à l'entrée en jeu d'une des doubles liaisons nucléaires adjacentes, ils peuvent, en parfait synchronisme, soit

dégainer (forme diyle bien connue, III), soit rengainer (formes ordinaires, IV) leur quatrième valence; enfin, ils forment avec l'oxygène un enchaînement bicyclique purement hexagonal, V. En conséquence, si la théorie initiale était correcte, les mésodiarylanthracènes devaient manifester l'oxydabilité réversible, comme les rubènes. C'est ce que nous avons recherché sur le méso (ou 9-10) diphénylanthracène, VI.

A la vérité, les premières informations n'étaient guère encourageantes, car le corps a été décrit depuis longtemps et, à notre connaissance, les divers auteurs qui l'ont étudié n'ont pas signalé chez lui cette propriété. Il la possède cependant, comme nous venons de nous en assurer.

Exposé en solution à la lumière solaire, le mésodiphénylanthracène (préparé selon Haller et Guyot) absorbe l'oxygène libre en formant un photooxyde cristallisé. Celui-ci se dissocie vers 200° en libérant de l'oxygène sensiblement pur et en régénérant l'hydrocarbure initial : les rendements sont au moins aussi élevés qu'avec les rubènes.

La raison pour laquelle cette propriété n'avait pas encore été décelée jusqu'ici tient, sans doute, à l'absence de signes extérieurs assez apparents pour attirer l'attention. Alors que pour les rubènes, l'entrée et la sortie de l'oxygène se font avec de grands changements de couleur, avec le mésodiphénylanthracène, au contraire, les teintes varient à peine : il faut rechercher spécialement le phénomène pour s'apercevoir de son existence.

Ce fait nouveau comporte, pour la chimie des rubènes, leur structure notamment, des conclusions qui ne nous ont point échappé; et nous n'avons pas davantage négligé les expériences qu'il suggère avec des structures similaires ou apparentées et aussi avec d'autres, déterminées d'après les mêmes principes.

GÉOLOGIE. — *Sur la bande triasique de Barjols (Provence).* Note (¹) de M. **Albert F. de Lapparent**, présentée par M. Charles Jacob.

La bande triasique de Barjols (Var), orientée sensiblement N-S, semble traverser en écharpe les plis provençaux. L'interprétation de la structure de cette région est, de ce fait, assez délicate. L'étude détaillée des contacts du Trias avec le Jurassique, le Crétacé et le Tertiaire m'a conduit à des

(¹) Séance du 16 juillet 1935.

résultats nouveaux, qui peuvent se grouper autour de deux notions : celle de *décollement* et celle de *recouvrement par pli couché*

A. Il apparaît désormais d'une façon incontestable que le Trias de Barjols s'enfonce partout, à l'Ouest, au Nord et à l'Est, *sous* le Jurassique ou le Danien- Eocène; mais ce contact est, partout aussi, anormal, en ce sens qu'il y a *décollement* des masses jurassiques *sur le Trias intensément plissé pour son compte*, avec des phénomènes de *glissement* et de *laminage* pouvant aller jusqu'à supprimer tous les termes de la série jurassique.

Envisageant successivement la bordure du Trias à l'Ouest, au Nord, puis à l'Est, j'insisterai sur les points suivants :

1° *Autour de Gigeri*, les contours de la feuille de Draguignan ne donnent pas une idée exacte de la réalité. En bref, un affleurement circulaire presque continu de Portlandien avec bauxite supporte du Danien et de l'Éocène. Sur la route de Brue-Auriac, ce Portlandien à pendage nord-ouest repose sur les cargneules du Keuper *suivant une surface de glissement inclinée au Nord-Ouest;* plus au Nord, le Jurassique se termine en biseau, et le Danien, puis l'Éocène, sont successivement pris en écharpe par le Trias, qui s'enfonce *sous eux* suivant le même plan de glissement. Plus loin encore, des calcaires portlandiens à pendage ouest réapparaissent entre le Danien-Eocène et le Trias, et se raccordent vers l'Ouest avec le Jurassique des Palières. Ainsi donc, le Portlandien *est décollé sur le Keuper*; dans ce glissement, toute la série jurassique peut être étirée au point que l'Éocène vienne au contact du Trias.

2° *Au défilé de La Combe*, les bancs de poudingues daniens à pendage ouest reposent sur le Trias affecté du même pendage : une ancienne exploitation de gypse qui s'enfonce *sous* les poudingues ne laisse aucun doute à cet égard. L'allure tranquille des couches m'avait même fait penser un moment à une transgression du Danien jusque sur le Trias. Mais vers Montmayon, le Portlandien à pendage ouest, coupé en biseau, s'intercale entre le Danien et le Trias. Le contact de La Combe, malgré son allure tranquille, doit donc s'interpréter, comme celui de Gigeri, par une surface de glissement inclinée à l'Ouest.

3° *Autour de La Verdière*, le Trias s'enfonce partout sous les calcaires jurassiques, plus élevés topographiquement, et affectés d'un pendage nord-ouest sur la route de Ginasservis, nord près de N.-D. d'Église, ensuite nord-est, puis est sur la route de Montmeyan, et sud-est à Les Jas. Près de ce point, la série comprend les termes suivants affectés d'un fort pendage est : Muschelkalk, Keuper, Lias réduit, Portlandien. On est conduit tout naturellement à l'idée d'un décollement des masses calcaires au dessus du Trias, sans grand déplacement tangentiel.

4° Des faits analogues existent à *l'Est de Varages* et n'avaient pas échappé à la sagacité de Ph. Zurcher, comme en témoignent ses contours.

La nature éminemment plastique des couches du Keuper peut expliquer d'une part, au-dessus, le décollement des séries massives jurassiques, et d'autre part, au-dessous, le fait que le Muschelkalk s'est plissé d'une façon indépendante et plus intense lors d'une même phase orogénique.

B. Des phénomènes de *recouvrement* sont venus s'ajouter à ces décollements et compliquer encore la structure de cette région.

A l'Ouest, la magnifique terminaison périclinale du pli couché des Palières montre le déversement progressif vers le Nord-Est, puis vers le Nord, des couches jurassiques par dessus les argiles rouges et graviers éocènes. Les trois lambeaux de recouvrement de Laval, de La Plane et des Annelles sont actuellement séparés de leur racine par un affleurement continu d'Éocène passant à l'Est de la cote 442.

A l'Est, entre Cardon et Barjols, le bord sud-ouest du synclinal de Tavernes a été poussé vers le Sud-Ouest, ployé en anticlinal, et même fracturé en écailles; d'importants lambeaux de Jurassique supérieur reposent là soit directement sur le Trias, soit sur les dépôts détritiques daniens-éocènes, eux-mêmes renversés sur le Keuper.

Le pli couché des Palières et ses lambeaux de recouvrement sont certainement le fait de mouvements d'âge provençal. Celui de Cardon-Barjols révèle un sens de poussée qui pourrait être attribué à la phase alpine oligocène. Divers indices, relevés sur toute la bordure de la bande de Barjols, semblent bien indiquer, en effet, l'existence de poussées vers le Sud-Ouest, distinctes des mouvements alpins postmiocènes.

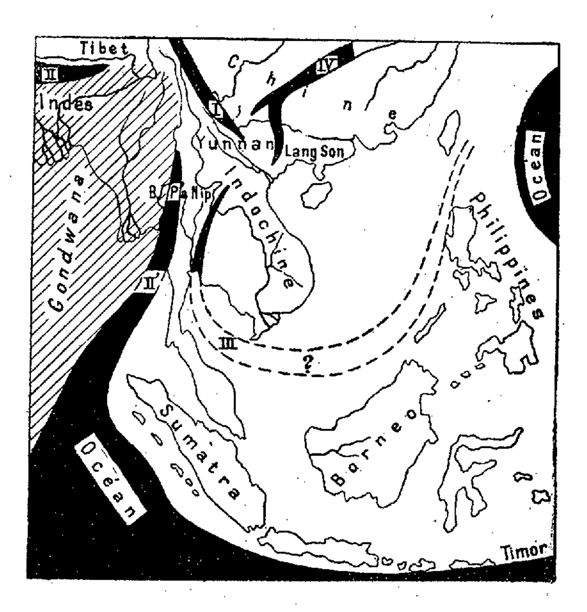
L'interprétation qui vient d'être indiquée, pour la partie nord de la bande triasique de Barjols considérée comme autochtone, paraît désormais solidement établie. Elle vaut également pour la partie sud, où M. J. Repelin (1), puis M. A. Lanquine (2) ont constaté ce même style de décollement du Jurassique *sur* le Trias aux abords de Saint-Maximin.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence du Trias inférieur à faciès océanique au Sud de Luang-Prabang (Laos) et sur la paléogéographie de l'Asie Sud-orientale à cette époque.* Note (3) de M. **Jacques Fromaget**, présentée par M. Charles Jacob.

Lors de ma première tournée sur la feuille de Luang-Prabang, en 1928, il m'a été donné de recueillir quelques Lamellibranches indéterminables, à 40^{km} au Sud de cette ville, en pleine région de sédiments permiens : grès bleus, schistes siliceux, lydiennes, grauwackes et calcaires à Fusulinidés. Revenu dans cette partie du Laos au cours de ma dernière campagne, je consacrais une journée entière à la visite de ce gisement. Le résultat en fut

(1) *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 286.
(2) *Ibid.*, 200, 1935, p. 2023.
(3) Séance du 16 juillet 1935.

la découverte de quelques Ammonites écrasées, dans lesquelles j'ai néanmoins pu reconnaître deux formes du Trias inférieur du Kashmir : *Xenodiscus Salomonii* et *Pseudosageceras* cf. *clavisellatum*. Un échantillon de cette dernière espèce montre encore quelques éléments de cloisons. Le gisement est situé entre 700 et 800^{m} à l'Est de Ban P'a Nip, sur le chemin de terre qui mène de Ta Dua, sur le Mékong, à Luang-Prabang par la vallée du Nam Sanane; il se trouve dans des schistes jaune rosé venant verticalement, en



I. Géosynclinal du Namshan. — II et II'. Branches résiduelles du Géosynclinal himalayen. III. Géosynclinal du Haut-Mékong. — IV. Géosynclinal du Kweitchéou.

direction Nord-Est, au contact du Permien schisteux au fond d'une dépression dominée par des calcaires dont les plus orientaux m'ont donné *Verbeekina Verbeeki*. Ce gisement est tout à fait en dehors de l'étroit synclinal néotriasique du Haut-Laos dont il est éloigné à l'Est d'environ 20 à 25^{km}. Toutefois, sa direction NE-NW semble indiquer un raccord par le Sud avec cette dépression. Il y aurait donc lieu d'admettre que l'ouverture du petit golfe qui alimenta B. P'a Nip marque l'origine de la disjonction qui donna le Géosynclinal du Haut-Mékong et son diverticule, le Synclinal du Haut-Laos.

Au point de vue paléogéographique, cette découverte permet de com-

pléter les renseignements que j'ai donnés récemment [1], en adjoignant une nouvelle fosse marine à celles qui avaient été antérieurement reconnues. Désormais l'évolution des contours des continents à la fin du Permien et au début du Trias nous apparaît comme suit :

Immédiatement avant que s'achevât le dépôt des couches à *Gigantopteris nicotinæfoliæ*, la mer, chassée de la plus grande partie de l'Asie sud-orientale sous l'action du serrage indo-asiatique, se localisa dans d'étroites fosses dont une seule, située sur l'emplacement du Géosynclinal du Namshan apporta, par le Nord du Tibet, la faune alpine à *Tirolites* jusqu'au Sud du Yunnan. Toutes les autres dépressions marines, c'est-à-dire : les deux branches résiduelles du Géosynclinal himalayen, le Géosynclinal du Haut-Mékong avec le golfe de B. P'a Nip et enfin celui du Kweitchéou avec le golfe de Langson, étaient habitées par la faune océanique à *Ophiceras* dont un important témoin est encore connu sur le pourtour sud-est de l'édifice, à Timor (*op. cit.*, pour la bibliographie).

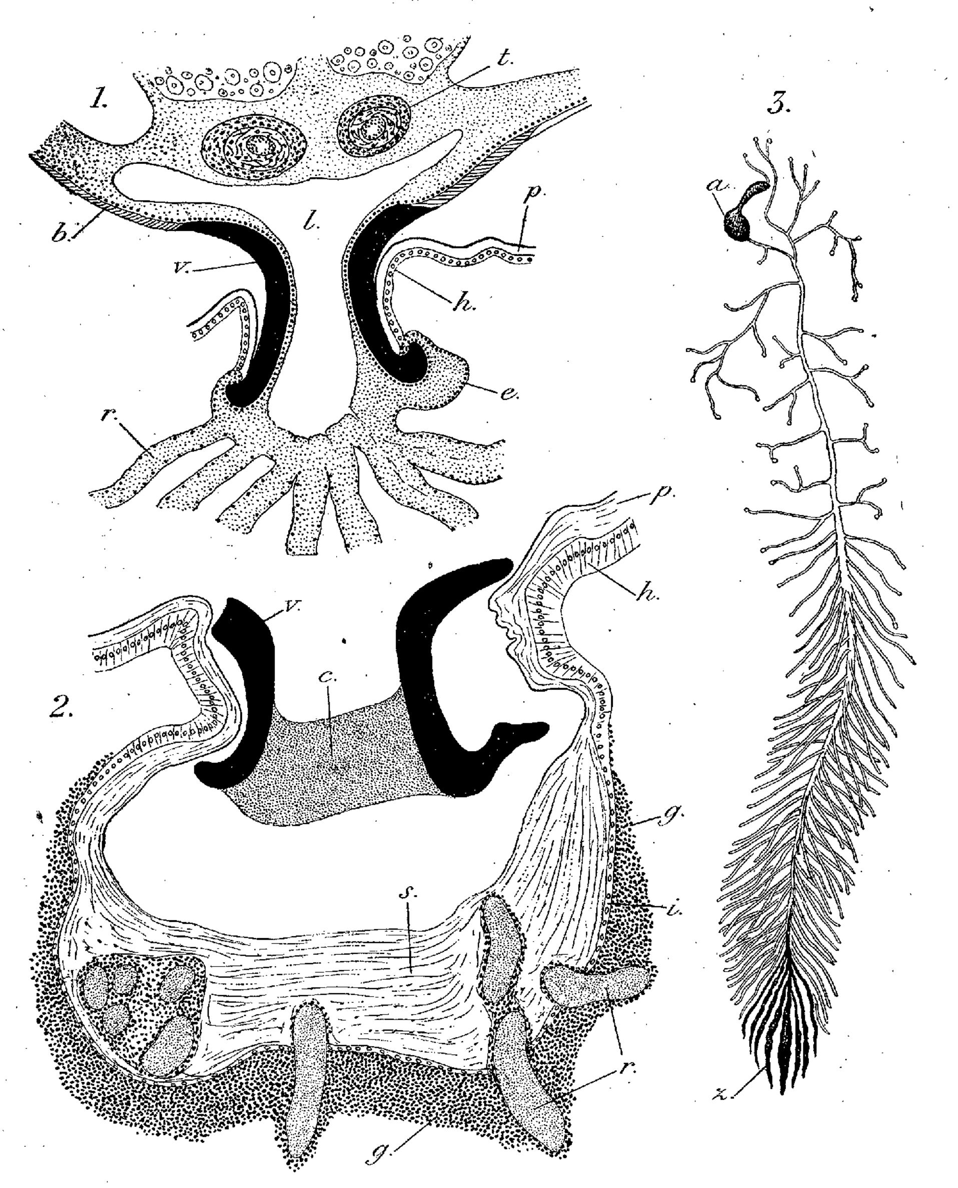
ZOOLOGIE. — *Sort des racines du* Peltogaster *après la chute du sac viscéral.* Note de M. **Charles Pérez**, présentée par M. Eugène-Louis Bouvier.

Lorsqu'un *Peltogaster*, arrivé au terme normal de son existence, a fini d'incuber sa dernière ponte, le sac viscéral se flétrit et tombe. Mais l'hôte Pagure n'est pas pour cela immédiatement débarrassé : tout le système des racines reste à l'intérieur de son corps et ne disparaîtra qu'à la longue, par un processus chronique d'une lenteur extrême. Les animaux conservés en aquarium se maintiennent pendant des semaines et des mois sans modifications appréciables.

Tout d'abord les racines restent longtemps vertes, tout à fait vivantes et fonctionnelles ; elles continuent de soustraire à l'hôte des matériaux nutritifs, drainés à leur profit et à augmenter la masse de leur propre sang. Comme le sac viscéral n'est plus là pour utiliser ces substances, l'excès de sang distend par places les racines en varicosités et en anévrysmes d'un rouge vineux, de forme et de localisation tout à fait quelconques (*fig.* 3).

---

(1) J. Fromaget, *Contribution à l'étude structurale du sud-est de l'Asie.* I. *Essai sur l'évolution paléogéographique de l'Indochine et des contrées avoisinantes, depuis le Permien jusqu'au Lias* (*Introduction à la tectonique des Indosinides et des plissements plus récents*). 22 pages, 1 planche (Hanoï, 1934).



1. Coupe axiale du pédicule d'un Peltogaster. — 2. Coupe axiale de la cicatrice consécutive à la chute du sac viscéral. — 3. Diagramme simplifié de la dissection des racines après la chute du sac viscéral : *a*, anévrysme rouge; *b*, bouclier; *c*, caillot sanguin; *e*, épithélium du Peltogaster; *g*, kyste conjonctif réactionnel; *h*, hypoderme du Pagure; *i*, hypoderme insinué du Pagure; *l*, lacune sanguine; *p*, chitine tégumentaire du Pagure; *r*, racines; *s*, chitine stratifiée de la cicatrice; *v*, virole; *z*, varicosités rouges.

Très tardivement les racines meurent et commencent à s'atrophier; elles virent du vert au jaune et se ratatinent de plus en plus. Elles sont alors entourées sur tout leur parcours par un manchon très dense de tissu conjonctif réactionnel; séquestrées sous ce kyste, elles dégénèrent en masses homogènes, où les noyaux pâlis deviennent de plus en plus indistincts. Aux étapes avancées, on voit dans le tissu réactionnel des éléments libres à grosse inclusion éosinophile, sans doute phagocytes repus en train de se disperser.

Les processus sont un peu particuliers dans la région du pédicule. La figure 1 indique les connexions normales du parasite et de l'hôte. Le pédicule est entouré par une *virole* de chitine renforcée, en forme d'hyperboloïde, et la chitine du Pagure rentrant vers l'intérieur réalise une sertissure étanche par étroite application sur la région du cercle de gorge. Au moment de la chute du sac viscéral, le *bouclier* qui prolonge en coupe l'évasement de la virole, reste tout d'abord en place, puis il tombe à son tour, et seule la virole persiste obstruée par un caillot de sang (*fig.* 2). A partir de la sertissure, l'hypoderme du Pagure continue à s'insinuer en profondeur, en rampant à la surface cœlomique des racines et il finit par se rejoindre à lui-même en un sac complètement clos, sécrétant vers sa cavité des couches épaisses de chitine, continues avec le squelette externe dont elles simulent une invagination. Ce processus arrive à séparer, en situation devenue morphologiquement extérieure au Pagure, quelques tronçons basilaires de racines, déjà entourés de tissu conjonctif réactionnel. Le bourbillon complexe formé par ces fragments et par la virole sera expulsé à une mue ultérieure, laissant à sa place une cicatrice ombiliquée, qui sera elle-même assez longtemps persistante.

La longévité du système radiculaire après la chute du sac externe rend moins singulier le cas extrême présenté par les *Chlorogaster* et les *Thompsonia,* où ce système, véritablement vivace, est susceptible de produire successivement de multiples sacs viscéraux.

Dans les localités où le *Peltogaster* est parasité par l'Épicaride *Liriopsis pygmæa* Rathke, les Pagures qui ont perdu récemment leur *Peltogaster* et dont les racines sont encore vivantes, attirent les larves cryptonisciennes de l'hyperparasite; mais, en l'absence du sac viscéral, qui pouvait seul lui fournir la possibilité d'une évolution normale ultérieure, elles s'engagent, par une aberration d'instinct, dans l'orifice de la cicatrice, suivent les racines en cheminant dans le cœlome et finissent par y mourir. Il n'est pas rare de trouver, dans un seul et même Pagure, plusieurs de ces larves, à l'état de cadavres séquestrés dans un kyste conjonctif.

ZOOLOGIE. — *Les sexués non utilisés ou achrestogonimes des Protermitides*. Note (1) de MM. **Pierre Grassé** et **Paul Bonneville**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'un de nous a observé, en Côte d'Ivoire, dans plusieurs termitières de Protermitides (*Neotermes aburiensis*, *Cryptotermes havilandi*, *Glyptotermes parvulus*), des imagos qui n'essaiment pas et demeurent dans le nid. Ils perdent leurs ailes comme les essaimants normaux, n'en conservant que les moignons caractéristiques du roi et de la reine. Nous les avons retrouvés dans les petites colonies de notre Termite à cou jaune (*Calotermes flavicollis*).

Ces sexués non-essaimants ne sont jamais très nombreux. Pourtant, dans une colonie de *Cryptotermes*, nous en avons compté quelques dizaines. Ils ne se tiennent pas au voisinage du couple royal, mais errent çà et là, dans les galeries, même périphériques, mêlés à la foule des larves et des soldats. Leur pigmentation et leur taille sont celles des imagos essaimants, dont ils ne diffèrent, à première vue, que par l'absence d'ailes. Ils jouissent d'une grande longévité. Ainsi nous en avons pris, au mois de mai, dans les nids de *Calotermes flavicollis*, c'est-à-dire huit à neuf mois après l'essaimage. Nos observations portent sur un nombre suffisamment élevé de termitières pour que nous puissions affirmer que les non-essaimants ne sont pas exceptionnels et existent dans la plupart des sociétés de Protermitides.

Pourquoi ne participent-ils pas à l'envol des sexués ? Peut-être ont-ils perdu accidentellement leurs ailes dans le nid, ou bien ont-ils éclos trop tard pour jouir des conditions extérieures favorables à l'essaimage.

A ces imagos sédentaires nous donnerons le nom d'*achrestogonimes*, voulant exprimer que la colonie ne paraît pas les utiliser en tant que sexués.

Ces achrestogonimes appartiennent aux deux sexes. Leurs organes génitaux sont frappés d'un arrêt de développement, bien plus marqué chez la femelle que chez le mâle. Les femelles non-essaimantes, par exemple de *Glyptotermes parvulus*, ne grossissent pas comme la reine fonctionnelle. Leur corps adipeux n'est pas plus abondant que celui d'une larve et leurs cellules n'augmentent pas de volume. Les ovaires restent petits; dans chacun d'eux une gaine ovigère peut acquérir une certaine importance,

---

(1) Séance du 16 juillet 1935.

mais le plus gros ovocyte observé ne dépasse guère 50$^{\mu}$. La glande sébifique demeure au repos. Le réceptacle séminal, vide de spermatozoïdes, atteste que l'Insecte n'a pas été fécondé.

Les testicules montrent de grandes différences d'un individu à l'autre. Chez *Neotermes*, certains lobules testiculaires, entourés d'une substance analogue à du collagène, contiennent pêle-mêle spermatogonies, spermatocytes et spermatides, dont beaucoup dégénèrent. Dans quelques lobules, la dégénérescence est complète. Enfin, les voies déférentes renferment des spermatides, des spermatozoïdes incomplètement mûrs et des quantités de spermatocytes, voire de spermatogonies, très altérés. Chez *Calotermes* et *Glyptotermes*, les aspects sont analogues, avec des phénomènes dégénératifs plus ou moins marqués. L'état du testicule varie, semble-t-il, avec l'âge de l'insecte.

L'arrêt de développement des gonades ne paraît pas avoir pour cause directe le fait de ne pas essaimer. Les rois et reines de substitution, qui sont des larves ou des nymphes devenues sexuellement mûres, ne sortent jamais de la termitière.

La stérilisation plus ou moins complète des achrestogonimes dépend vraisemblablement, en grande partie, du régime alimentaire. Un premier fait doit être retenu. Les larves et les soldats témoignent, à l'égard des achrestogonimes, d'une indifférence qui contraste avec « l'intérêt » qu'ils portent au couple royal, principalement à la reine. Ils les tolèrent, mais ne leur donnent pas de salive. L'étude du tube digestif le confirme. La panse rectale des achrestogonimes femelles est pleine de bois et de Flagellés symbiotiques; tandis que celle de la reine, peu dilatée, ne contient que du liquide. Or, la nourriture de la reine se compose essentiellement de salive régurgitée par les larves. Le développement des ovaires tiendrait donc à la nature des aliments. Les achrestogonimes, qui ont le régime alimentaire des larves et des soldats, restent sexuellement immatures.

Le développement du testicule ne semble pas exiger un régime alimentaire aussi strict. Le roi fonctionnel des Protermitides est partiellement xylophage et sa panse rectale, moins grande que celle des larves, contient de nombreux Protozoaires. La stérilité des achrestogonimes serait un cas de castration nutriciale, tenant plus à la qualité qu'à la quantité des aliments ingérés.

Mais il est vraisemblable que d'autres causes inhibent le développement ovarien. Rappelons, en effet, que la jeune reine, fondatrice d'une nouvelle termitière, acquiert des ovaires fonctionnels et pond, bien que n'absorbant

pas de salive. Elle ne recevra « l'aliment stomodéal » que lorsque ses premiers descendants auront atteint une certaine taille; c'est alors que sa fécondité s'amplifie. Toutefois, on ne doit pas repousser l'idée que le mâle fournit à la reine une certaine quantité de salive; mais nous ne savons rien de précis sur les rapports entre les conjoints.

Il se pourrait encore que la présence de spermatozoïdes dans les voies génitales de la femelle soit indispensable à la croissance des ovocytes. Faute d'être fécondés, les achrestogonimes femelles resteraient immatures.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Adaptation thermique des nids de Mammifères pendant la croissance des jeunes.* Note [1] de M. **Marius Baccino**, présentée par M. Louis Lapicque.

Les nids de lapins, constitués au sein d'un amas d'herbes sèches par une cavité revêtue d'un feutrage des poils de la mère, sont évidemment destinés à tenir au chaud les jeunes lapereaux. Mais ces dispositifs présentent dans leur degré d'isolement thermique une évolution qui nous a paru valoir la peine d'être étudiée.

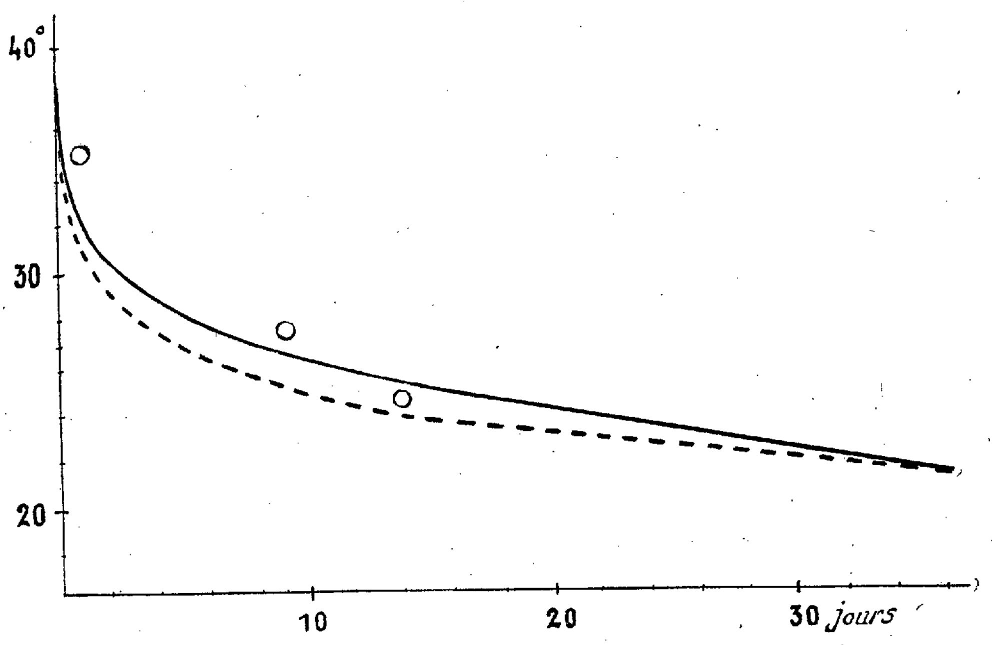
A mesure que les lapereaux grandissent ils écartent autour d'eux les parois du nid, les amincissent par conséquent, et finissent par les ouvrir à la partie supérieure.

Nous avons pris les températures dans le nid, au centre des portées et périphiquement, à différents stades de développement des jeunes sujets qu'ils abritaient. Nous pûmes noter des différences notables, que le tableau ci-dessous résume, avec certaines particularités dans l'évolution du nid.

Lapereaux.		Évolution du nid.			Tempér. dans la chambre à air.
Age.	État.	Paille.	Feutrage.	Chambre à air.	
1 jour	Peau nue, aveugle	Épaisseur maximum	Épaisseur maximum touche la peau des lapereaux	Pratiquement inexistante	35°
9 jours	Léger revêtement pileux les yeux s'ouvrent	Épaisseur moindre	Éloigné des lapereaux	Chambre notable	27-28°
14 jours	Se disposent à sortir du nid	Épaisseur moindre	Répartition discontinue	Cheminée	24-25°

(1) Séance du 16 juillet 1935.

Cette évolution des nids paraît à priori une adaptation physiologique à la croissance des jeunes animaux, car on sait, depuis les travaux de M. et Mme Lapicque sur des homéothermes adultes, que la température de la neutralité thermique varie en raison inverse de la taille. Pour vérifier cette loi chez les jeunes mammifères et préciser l'adaptation du nid, nous avons fait sous la direction du professeur L. Lapicque de nombreuses séries d'expériences dont nous résumons seulement celles qui se rapportent au Lapin.



Courbes des variations des températures optima en fonction de l'âge. (Lapins.)
——— Méthode pondérale. – – – – Méthode optimothermographique.
○ Températures relevées dans les nids.

Nous dûmes employer une cage d'élevage spéciale, à double compartiment avec volet d'intercommunication. La manœuvre opportune de ce volet nous permettait d'opérer toute manipulation des lapereaux, ou mesure sur les nids, hors de la vue de la femelle, précaution très importante pour éviter les abandons des portées.

Voici les résultats :

Croissance. — 1° Pour chaque âge, il y a une température de croissance maximum. Toute variation en plus ou en moins entraîne un ralentissement.

Comportement. — 2° Pour chaque âge, les animaux se groupent ou se

dispersent selon que la température est plus basse ou plus élevée que celle définie ci-dessus, *compte tenu du degré hygrométrique*.

3° L'emploi d'une enceinte allongée, formant tunnel dans lequel on peut réaliser des variations continues de température d'une extrémité à l'autre par un chauffage approprié permanent ou intermittent, permet de noter la température préférée par l'animal; laissé en liberté dans cette enceinte, il vient se placer à sa température *confortable*, comme on dit en hygiène humaine. C'est encore la même.

4° Une quatrième méthode (optimothermographe), consiste à enregistrer l'état d'agitation ou de tranquillité de l'animal, celui-ci étant placé dans une enceinte à température réglable dans une cage légère, suspendue élastiquement, solidaire de deux tambours conjugués de Marey. Sur le graphique, une zone où l'animal est tranquille, marquée par une droite, entre deux zones d'agitation pour les températures, soit plus élevées, soit plus basses, correspond toujours au même optimum.

L'ensemble de ces quatre méthodes fournit des déterminations concordantes de l'optimum thermique aux différents âges.

La figure ci-contre montre que cette concordance existe aussi avec les mesures de la température du nid faites aux époques correspondantes.

Ces constatations offrent pour l'hygiène de la première enfance des enseignements que nous nous proposons d'utiliser.

PHARMACOLOGIE. — *Action de la nicotine sur les fibres nerveuses sympathiques préganglionnaires et postganglionnaires.* Note [1] de MM. **Albert** et **Paul Chauchard** et Mme **Berthe Chauchard**, présentée par M. Louis Lapicque.

Quand on badigeonne un ganglion sympathique avec une solution de nicotine, seules restent excitables celles des fibres afférentes qui ne prennent pas de relais dans le ganglion; l'excitabilité des fibres efférentes est inchangée (Langley). On admet classiquement que cet obstacle à la transmission nerveuse d'un neurone à l'autre est dû, soit à un empoisonnement des cellules ganglionnaires, soit à une paralysie de la synapse.

A l'aide de la méthode chronaximétrique, nous avons entrepris l'étude des variations de l'excitabilité des fibres préganglionnaires et postanglion-

(1) Séance du 16 juillet 1935.

naires sympathiques au cours de l'empoisonnement par la nicotine. Deux méthodes distinctes ont été employées : 1° injection de nicotine dans la circulation générale; 2° son application soit sur les fibres préganglionnaires, soit sur les fibres postganglionnaires. Pour pouvoir étudier l'évolution du phénomène et ne pas obtenir d'emblée le blocage du ganglion, il nous a fallu employer des doses assez faibles de nicotine : solution renfermant une goutte de nicotine pure pour 100^{cm^3} (injection de 1^{cm^3}) ou application pendant 1 minute. Les fibres préganglionnaires et postganglionnaires sont chargées sur des excitateurs à électrodes impolarisables, et leur excitabilité est successivement mesurée à l'aide du circuit d'excitation itérative de L. Lapicque (mesure de la chronaxie par décharges de condensateurs répétées au moyen d'un cylindre à cames). Nous avons opéré notamment sur les fibres sécrétrices sympathiques de la glande sous-maxillaire du Chien, les fibres dilatatrices de la pupille du Lapin, les fibres vasoconstrictrices de l'oreille du Lapin, qui toutes se relaient dans le ganglion cervical supérieur.

A l'état normal, les fibres postganglionnaires ont une chronaxie légèrement plus faible que celle des fibres préganglionnaires ([1]).

Sous l'effet de la nicotine, la chronaxie des fibres préganglionnaires augmente beaucoup, prenant des valeurs de quatre à six fois plus grandes que normalement. Si la dose employée est assez faible et que les mesures soient prises aussitôt après l'action de la nicotine, on note une courte phase préalable de diminution de la chronaxie.

Pour des doses fortes, après un temps plus ou moins long, les fibres préganglionnaires deviennent inexcitables. Les variations de la rhéobase sont plus irrégulières, on observe le plus souvent des augmentations de voltage. La chronaxie des fibres postganglionnaires est au contraire à peu près invariable et cela même pour des doses de nicotine qui rendent les fibres préganglionnaires inexcitables et des applications prolongées.

De nombreuses expériences ont donné des résultats comparables; nous en indiquons trois portant sur des fibres de fonction différente.

([1]) A. et B. CHAUCHARD et KLEITMAN, *C. R. Soc. Biol.*, 92, 1925, p. 163.

Heures.	Fibres préganglionnaires. Rhéobase (volts).	Fibres préganglionnaires. Capacité chronaxique (mµF).	Fibres postganglionnaires. Rhéobase (volts).	Fibres postganglionnaires. Capacité chronaxique (mµF).
	I. — Fibres dilatatrices de la pupille du Lapin.			
15.20	6	70	6	50
15.30	—	—	1 min. nicotine sur post.	
15.32	7	70	17	60
15.35	1 min. nicotine sur pré.		—	—
15.37	7	150	17	70
16.00	2	90	—	—
16.25	1 min. nicotine sur pré.		—	—
16.27	18	350	18	70
16.40	1	150	—	—
16.45	—	—	1 min. nicotine sur post.	
16.47	10	100	30	70
17.00	1 min. nicotine sur pré.		—	—
17.05	47	550	30	70
17.20	10	500	20	70
	II. — Fibres vaso-constrictrices de l'oreille du Lapin.			
15.30	20	100	10	70
15.40	—	—	1 min. nicotine sur post.	
15.42	15	100	10	70
15.50	1 min. nicotine sur pré.		—	—
15.52	20	600	16	55
16.05	25	400	16	60
16.30	28	300	16	70
	III. — Fibres sécrétrices de la glande sous-maxillaire du Chien.			
16.00	35	320	30	300
16.10	Injection de nicotine		—	—
16.17	53	200 (sécrétion spontanée)	—	—
16.25	15	400	—	
16.27	37	700	—	—
16.30	25	900	—	—
16.45	95	—	50	400
16.55	Inexcitable	—	50	400

Il est particulièrement remarquable que la même application de nicotine qui sur les fibres postganglionnaires est sans effet, sur les fibres préganglionnaires provoque une forte augmentation de la chronaxie (cas I et II). L'action de la nicotine s'exerce donc électivement sur les fibres préganglionnaires, provoquant entre les deux neurones qui doivent se transmettre l'excitation un hétérochronisme très marqué.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Dosage de très faibles quantités de bromure d'éthyle dans les milieux biologiques.* Note de M. **Friedrich L. Hahn**, présentée par M. Auguste Behal.

J'ai décrit (¹) un procédé permettant le dosage colorimétrique de très petites quantités de brome. Sur la demande de M. Tiffeneau qui a entrepris depuis plusieurs années l'étude du dosage des anesthésiques dans les tissus des animaux hypo ou hypersensibles, je me suis proposé d'appliquer ce procédé au dosage d'un anesthésique bromé volatil, le bromure d'éthyle, dans différents tissus ou organes (sang et cerveau). Il s'agissait donc d'extraire le bromure d'éthyle des tissus et de le transformer en produit dosable. Comme on pouvait s'y attendre, j'ai constaté que le bromure d'éthyle contenu dans les tissus est facilement entraînable à chaud par un courant d'air et de vapeur d'eau (²). Si l'on fait ensuite passer les vapeurs entraînées dans un tube de quartz chauffé au rouge, le bromure d'éthyle se décompose entièrement ainsi que Kohn-Abrest l'a déjà signalé pour d'autres éthers halogénés volatils (³). Par condensation des vapeurs on recueille de l'eau qui renferme sous forme d'acide bromhydrique la totalité du brome contenu dans le bromure d'éthyle. Il suffit alors d'alcaliniser avec un très léger excès de soude puis de neutraliser par l'acide acétique dilué, en présence de rouge de méthyle comme indicateur et de procéder ensuite au dosage. A cet effet, on introduit, dans les conditions déjà précisées par moi, de la chloramine et de la fluorescéine; le brome libéré par la chloramine se fixe sur la fluorescéine avec formation d'éosine titrable colorimétriquement. En comparant l'intensité de la coloration des solutions ainsi obtenues avec des étalons préparés à l'avance, on peut facilement calculer la teneur des milieux biologiques en brome et par conséquent en bromure d'éthyle. Comme étalon de comparaison, j'utilise une série de tubes à essais renfermant 0, 2, 5, 10γ, etc. de Br en solution et auxquels on ajoute 50γ de fluorescéine par tube.

Dans une première série d'essais appliquée au bromure d'éthyle pur, j'ai

---

(¹) F. L. Hahn, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 245.

(²) Par tâtonnement on a pu préciser le temps nécessaire pour que cet entraînement soit complet ce qui suivant la quantité de bromure peut demander 10 à 30 minutes.

(³) Kohn-Abrest, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 237.

d'abord établi les vitesses d'entraînement de quantités notables de bromure en solution aqueuse. Le tableau suivant indique les résultats obtenus en prélevant de 2 en 2^{cm^3} les distillats provenant de 90 γ de bromure d'éthyle (soit 66 γ de Br):

Distillats nos	1	2	3	4	5	6	7
Totalité des centimètres cubes prélevés	2	4	6	8	10	12	14
Quantité de brome en γ trouvée dans chaque prélèvement	20	20	7	5	5	4	2

On voit donc que lorsqu'on a obtenu près de 14^{cm^3} de distillat, ce qui demande environ 30 minutes, la presque totalité de 90 γ de bromure d'éthyle a été entraînée.

J'ai ensuite ajouté des quantités variables de bromure d'éthyle à divers tissus (sang, cerveau) et j'ai dosé le brome dans le distillat.

Il résulte des essais effectués par MM. Tiffeneau et Broun que le microdosage des bromures de propyle et d'isopropyle peut être effectué par cette méthode. Les chiffres concordent à moins de 5 pour 100 près, non seulement en plusieurs dosages sur des quantités identiques d'un même échantillon, mais aussi en opérant sur des quantités décroissantes, en allant par exemple jusqu'à 5 γ de bromure par essai. Au-dessous de 5 γ et jusqu'à 2 γ on peut retrouver 90 pour 100 du bromure de propyle ajouté à du tissu cérébral.

Dans le tableau suivant sont consignés les résultats de quelques-uns de ces essais :

Poids de tissu. C, cerveau; S, sang.	Quantités introduites en γ		Br retrouvé en γ.	Br retrouvé pour 100.
	C^2H^5Br.	Br.		
600^{mg} (C)	140	100	95	95
600^{mg} (C)	55	40	38	95
1^g (C)	70	51	49	96
1^{cm^3} (S)	100	73	70	96
1^{cm^3} (S)	70	51	49	96

Conclusions. — Le bromure d'éthyle peut par volatilisation être extrait en totalité des tissus animaux qui le contiennent, puis titré colorimétriquement en le transformant d'abord par pyrolyse en HBr, puis par la chlora-

mine et la fluorescéine en éosine. L'erreur que comporte ce dosage ne dépasse pas 5 pour 100 ([1]).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Substitution possible, pour l'analyse de divers produits naturels végétaux ou de leurs dérivés, de la détermination du carbone total à celle de leur extrait sec.* Note de MM. **André Kling**, **Émile Gelin** et **Jules Demesse**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Fréquemment le résidu fixe, dit *extrait sec*, n'est pas seulement constitué par les éléments constitutifs non volatils de la matière qui l'a fourni, mais aussi par des produits qui en dérivent par hydratation, oxygénation, décomposition, etc. Sa valeur ne doit être envisagée qu'à titre de repère, utilisable pour comparaison entre produits de même nature.

La détermination des *extraits secs* est, en outre, une opération dont la durée d'exécution est parfois incompatible avec les nécessités des pratiques industrielles, c'est ainsi, par exemple, que les fabricants de certaines conserves, en particulier celles de tomates, sont contraints, de par les règlements administratifs et sous peine de sanctions sévères, à ne livrer à la consommation que des produits répondant à certaines caractéristiques, alors que, du fait des exigences de leurs fabrications, ils ne peuvent envisager de procéder à une détermination laborieuse d'extrait; ils sont donc réduits à en demander une valeur approximative à des procédés empiriques et incertains, sur la critique desquels nous reviendrons par ailleurs.

On serait tenté, en l'occurrence, de chercher à déterminer indirectement l'extrait sec d'un produit par évaluation de sa teneur en eau, en mesurant soit le volume de celle-ci, après l'avoir entraînée dans un mélange azéotropique de vapeurs, soit le volume de gaz dégagé par action de cette eau sur du carbure de calcium ou sur un hydrure alcalin ou alcalinoterreux. Quelques essais préliminaires nous ont démontré qu'il serait vain de persévérer dans l'élaboration de semblables méthodes, dont l'un des principaux inconvénients réside dans le fait que, destinées à être appliquées à des produits dont le taux en extrait sec est relativement faible, il s'ensuit que l'erreur

---

([1]) Dans d'autres essais, j'ai pu constater que pour éviter toute perte de bromure d'éthyle, il fallait opérer le dosage immédiatement sinon il faut recourir à la réfrigération des tissus par la neige carbonique, car la conservation à la glacière comporte des pertes appréciables.

commise sur le pourcentage en eau se trouve multipliée par un coefficient élevé, lorsqu'on utilise ce pourcentage pour calculer la valeur de l'extrait sec, ce dernier n'est obtenu de la sorte qu'affecté d'une erreur relative inadmissible.

En conséquence, nous avons abordé le problème par une autre voie, en nous guidant sur les considérations suivantes :

1° la matière organique globale du fruit de la tomate est constituée par un mélange dans lequel dominent des glucides et où figurent, en proportion relativement faible, l'acide citrique associé à quelques traces d'autres acides organiques;

2° le taux de carbone, dans les divers glucides de la tomate, oscille entre 40 et 44 pour 100, celui des acides organiques qui les accompagnent est voisin de 34 pour 100.

Ceci posé, il semble possible, d'admettre qu'un dosage du carbone total contenu dans 100^g de pulpe de tomate, ou de ses produits de concentration, puisse renseigner sur la valeur de l'extrait sec et permettre de connaître le degré de concentration de ces produits sans qu'il soit nécessaire de procéder à la détermination dudit extrait sec.

Nous avons d'abord commencé par vérifier que les glucides, les acides organiques, les gommes, etc., subissaient une oxydation intégrale génératrice d'un dégagement de CO^2, en quantité théorique, lorsqu'on les traitait à l'ébullition par un excès d'un mélange sulfochromique déterminé (1).

Cette constatation nous permettait donc de déduire, de la mesure des volumes de CO^2 dégagés, les poids correspondants des glucides, d'acides organiques, de gommes, etc., soumis à l'oxydation sulfochromique et par extension, et sous réserve de vérification ultérieure, de déduire, du taux de carbone total contenu dans l'unité de poids d'une pulpe de tomates, une évaluation approximative du poids de ses constituants glucidiques dont la teneur demeure assez constante dans les fruits de tomate.

Nous avons donc procédé à la susdite vérification en opérant sur de nombreux échantillons provenant, soit de pulpe de tomates fraîches, soit de leurs produits de concentration.

Autrement dit, nous avons mesuré le volume de CO^2 dégagé par 100^g de pulpe et, du taux de carbone total ainsi déterminé, nous avons déduit la

---

(1) Mélange constitué par deux parties d'une solution aqueuse de CrO^4K^2, saturée à 15°, et une partie de SO^4H^2 à 66° Baumé.

quantité de matière organique sèche que contenaient les 100g de pulpe. D'autre part, nous avons déterminé directement le poids du résidu sec total fourni par ces mêmes échantillons, lorsqu'on les évaporait dans le vide à la température ordinaire, c'est-à-dire le poids représentant la somme de l'extrait sec organique et des cendres.

Nous avons alors comparé ces extraits secs directement obtenus, à ceux qui nous avaient été fournis indirectement par la considération des volumes de CO^2 dégagés par oxydation, en tenant naturellement compte du poids des cendres fourni par l'incinération de l'extrait direct (poids de cendres à défalquer de l'extrait total pour obtenir l'extrait organique générateur de CO^2).

En utilisant chacune de ces deux méthodes, auxquelles nous avons soumis plusieurs centaines d'échantillons, les différences que nous avons relevées entre les résultats obtenus, se sont montrées en moyenne de l'ordre de 0,64 pour 100.

Il s'ensuit que la méthode par oxydation sulfochromique, dont la durée d'exécution est de 8 à 10 minutes, permet d'évaluer le poids individuel des divers glucides, des acides organiques, etc., avec une approximation de 2 à 3 pour 100 et, dans le cas où elle est appliquée aux produits dérivés de la tomate, d'apprécier la valeur de l'extrait sec contenant ces glucides et ces acides avec une approximation de 5 à 6 pour 100.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Échinénone et pentaxanthine; deux nouveaux caroténoïdes trouvés dans l'oursin* (Echinus esculentus). Note de M. **Edgar Lederer**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Les glandes sexuelles de l'oursin (*Echinus esculentus*) sont colorées en orange par un mélange de caroténoïdes à partir duquel nous avons obtenu l'« échinénone » à l'état cristallisé.

Le second pigment, la *pentaxanthine* se trouve surtout dans le mésenthère, sorte de peau très mince, colorée en violet foncé.

Echinénone. — Nous avons traité les glandes sexuelles de 400 oursins avec de l'acétone. Nous avons fait passer dans l'éther de pétrole les pigments extraits et les avons séparés en hydrocarbures et en xanthophylles par le méthanol à 90 pour 100. L'échinénone reste dans l'éther de pétrole même après saponification. Par une première adsorption chromatographique sur la chaux nous l'avons séparée du *carotène* (environ 50

pour 100 β et 50 pour 100 α; p. f. 178°, 5^mg^). L'échinénone est adsorbée sur la partie supérieure de la colonne sous forme d'une zone violet-foncé. En répétant plusieurs fois des adsorptions sur la chaux et sur l'oxyde d'aluminium et en faisant cristalliser le pigment à partir de l'éther de pétrole, puis à partir du benzène et du méthanol, nous avons obtenu 4^{mg} d'aiguilles violettes à reflets métalliques fondant à 192-193°. Le spectre d'adsorption de ce nouveau pigment montre une large bande avec trois maxima très peu prononcés (520, 488, 450 mμ dans CS^2). Les bandes sont moins précises encore dans l'alcool; ceci indique la présence dans ce pigment d'un ou de plusieurs groupes cétoniques. L'analyse élémentaire donne comme formule de ce corps, que nous appellons *échinénone* $C^{40}H^{58}O$ ($\pm H^2$).

1^{mg},708 de substance ont donné........	1^{mg},65 H^2O et 5^{mg},41 CO^2
Trouvé..............................	10,81 % H et 86,39 % C
Calculé pour $C^{40}H^{58}O$...............	10,55 % H et 86,56 % C

Par sa solubilité dans l'éther de pétrole et son insolubilité dans le méthanol à 90 pour 100, ainsi que par l'imprécision de ses bandes d'absorption, l'échinénone rappelle la semi-β-caroténone de Kuhn et Brockmann (1). Ce corps $C^{40}H^{56}O^2$ est une dicétone préparée à partir du carotène β par une oxydation qui ouvre un des anneaux d'ionone en formant deux groupements cétoniques. L'échinénone pourrait être une monocétone occupant une place entre le carotène β et la semi-β-caroténone. Comme cette dernière, l'échinénone n'a pas de caractère acide et sa solution éthérée ne donne pas de coloration bleue avec l'acide chlorhydrique concentré.

Pentaxanthine. — Nous avons préparé ce corps à partir de l'extrait acétonique des animaux entiers. Nous avons concentré l'acétone et avons repris le pigment par le benzène. En faisant passer cette solution à travers de l'alumine, nous avons obtenu 3 zones rouges foncées. Le pigment de chacune de ces zones nous a donné 3 ou 4 zones différentes sur du carbonate de calcium. La « pentaxanthine » se trouve dans la deuxième zone formée sur l'alumine. Nous l'avons séparé de quelques isomères ou homologues par des adsorptions répétées sur le carbonate de calcium et l'avons fait cristalliser à partir du benzène. En répétant cette opération, nous avons obtenu 40^{mg} d'aiguilles rouges, souvent croisées et fondant à 209°-210°.

---

(1) R. KUHN et H. BROCKMANN, *Ber. deuts. Chem. Ges.*, 66, 1933, p. 1319.

Le spectre d'absorption de la pentaxanthine ressemble beaucoup à celui de la lutéine (xanthophylle) $C^{40}H^{56}O^{2}$ (506, 474, 444 mμ dans CS^{2}). La pentaxanthine en diffère cependant nettement par son grand pouvoir d'adsorbabilité; elle forme sur le carbonate de calcium une zone rouge sur la partie supérieure de la colonne, tandis que la lutéine descend le long de la colonne en formant une zone jaune. Ceci indique que la pentaxanthine contient plus d'oxygène que la lutéine. Les analyses confirment cette supposition et donnent à la pentaxanthine la formule $C^{40}H^{56}O^{5}(\pm H^{2})$:

2mg,958 de substance ont donné................	2mg,43 $H^{2}O$ et 8mg,42 CO^{2}
3mg,390 de substance ont donné................	2mg,72 $H^{2}O$ et 9mg,66 CO^{2}
Trouvé......................................	9,19 % H et 77,63 % C
Trouvé......................................	8,98 % H et 77,72 % C
Calculé pour $C^{40}H^{56}O^{5}$......................	9,17 % H et 77,86 % C

La pentaxanthine est donc une xanthophylle à 5 atomes d'oxygène et prend une place encore vacante dans la série des xanthophylles. [On en connaissait jusqu'ici seulement à 1, 2, 3, 4, 6 et 8 atomes d'oxygène; voir par exemple Lederer (1). Pour la xanthophylle à 8 atomes d'oxygène, la sulcatoxanthine, voir Heilbronn, Jackson et Jones (2).]

Une molécule de pentaxanthine donne, en présence du réactif de Grignard, 3 molécules de méthane [dosage de Zerevitinov d'après Roth (3)] :

7mg,450 de substance ont donné 0cm³,80 de méthane (volume réduit)
Calculé pour 3 molécules 0cm³,81 de méthane.

Ceci est un parallèle avec la fucoxanthine $C^{40}H^{58}O^{6}(\pm H^{2})$, qui ne fournit que 4 molécules de méthane [Heilbron et Phipers (4)]. D'après Heilbron et Phipers les 2 atomes d'oxygène ne réagissant pas avec le réactif de Grignard formeraient deux groupements cétoniques. Les mêmes réflexions peuvent s'appliquer à la pentaxanthine qui contient un groupe hydroxyle de moins que la fucoxanthine. Elle en diffère aussi en ce que sa solution éthérée ne donne pas de coloration bleue avec l'acide chlorhydrique concentré.

---

(1) E. Lederer, *Les caroténoïdes des animaux*, Hermann et Cie, Paris, 1935.
(2) I. M. Heilbron, H. Jackson et R. N. Jones, *Biochem. Journ.*, 29, 1935, p. 1384.
(3) H. Roth, *Mikrochemie*, 11, 1932, p. 140.
(4) I. M. Heilbron et R. F. Phipers, *Biochem. Journ.*, 29, 1935, p. 1369.

IMMUNOLOGIE. — *De la vaccination des lapins contre l'épithélioma cutané.* Note (¹) de MM. **A. Besredka**, **J. Magat** et **P. Besnard**, présentée par M. Félix Mesnil.

Dans une première expérience, un lapin neuf (n° 50) reçoit, le 6 avril 1935, *dans la peau*, en cinq points du flanc droit, une émulsion de tissu néoplasique provenant d'un lapin atteint d'épithélioma des testicules (Brown-Pearce). Dix jours plus tard, au niveau de chacun de cinq points d'inoculation, on constate une tumeur rouge violacé de dimension d'une grosse cerise. Dans la suite, les cinq tumeurs intracutanées pâlissent, s'aplatissent, diminuent de plus en plus de volume et finissent par se résorber vers le 20 mai.

On procède, le 24 mai, à la réinoculation dans la peau d'une émulsion de testicule épithéliomateux. La même émulsion est injectée à des lapins neufs : aux uns dans la peau, à d'autres dans les testicules. Dans les dix-quinze jours qui suivent, tous ces lapins présentent des tumeurs caractéristiques. Quant au lapin en expérience (n° 50), il montre au niveau des piqûres, le lendemain de l'inoculation, des indurations de nature en apparence inflammatoire, lesquelles s'effacent trois jours après.

Ce même lapin (n° 50) est réinoculé dans la peau, dans des conditions analogues, le 31 mai, mais cette fois du côté opposé, c'est-à-dire au niveau du flanc gauche. Aucune réaction cutanée ne s'ensuit.

Le 2 juillet, cet animal est inoculé à nouveau dans la peau, en même temps que deux lapins neufs. Malgré la grande virulence du produit injecté, sa peau demeure indemne, alors que les deux lapins témoins montrent, après quelques jours, de belles tumeurs intracutanées.

Dans une seconde expérience, un lapin porteur de testicules épithéliomateux est sacrifié le 18 mai. Ces testicules pèsent $4^{g},8$; après une préparation appropriée, on obtient 8^{cm^3} d'émulsion fine, capable de passer à travers une aiguille de 5/10 de millimètre. Cette émulsion est injectée à un lapin neuf (n° 39) dans la peau de chacun des flancs, en trois points, aux doses de $1/4^{cm^3}$, $1/2^{cm^3}$, 1^{cm^3}.

Le 27 mai, on constate de chaque côté trois tumeurs caractéristiques de volume inégal. A partir du 2 juin, ces tumeurs commencent à régresser rapidement, si bien que le 11 juin on n'en constate que des traces.

(¹) Séance du 16 juillet 1935.

Le 21 juin, nous inoculons à ce lapin (n° 39) dans la peau, en deux points, du tissu métastasique provenant d'un animal atteint d'un cancer généralisé. La même inoculation est faite à trois lapins neufs dans les testicules et à quatre autres lapins neufs dans la peau.

Dans les dix jours qui suivent, des tumeurs typiques apparaissent chez tous les témoins. Seul, le lapin en expérience (n° 39) demeure indemne.

Nous retrouvons ainsi, dans le cas d'épithélioma de Pearce-Brown, exactement les mêmes phénomènes que nous avons décrits, en collaboration avec Gross, au sujet du sarcome d'Ehrlich. Dans les deux cas, les tumeurs apparaissant à la suite d'injections intracutanées présentent un caractère bénin [1]; dans les deux cas, à la suite de la résorption de ces tumeurs, les animaux deviennent réfractaires à la réinoculation de la tumeur correspondante [2].

Reste à voir si l'immunité cutanée acquise vis-à-vis de l'épithélioma est spécifique et si cette immunité est de nature à protéger contre l'inoculation intratesticulaire; ces problèmes font l'objet des expériences en cours.

MICROBIOLOGIE. — *Un coccobacille pathogène pour les mouches Tsétsés.* Note [3] de MM. **Émile Roubaud** et **Marc Treillard**, présentée par M. Félix Mesnil.

Un élevage de *Glossina morsitans*, tenté par Maurice Mathis, en partant de pupes reçues du Tanganyika par avion, fut, en quelques jours, détruit d'une façon à peu près complète. Les mouches moururent peu après leur éclosion des pupes reçues d'Afrique. Deux d'entre elles nous furent remises par M. Mathis, et nous pûmes isoler de l'un des insectes un germe coccobacillaire dont nous donnons ci-après les principales caractéristiques.

C'est un germe mobile, Gram négatif, présentant des éléments souvent par deux bout à bout, rarement plus.

Caractères culturaux. — La culture, facile à la température du laboratoire, se fait également largement à 37° C.

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 175.
(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 790.
(3) Séance du 16 juillet 1935.

En gélose : colonies grasses, en gouttelettes, arrondies au début mais confluant rapidement en plaques.

En bouillon : trouble après 24 heures; dépôt peu abondant dans la suite; pas de voile même tardif; léger anneau.

En sérum coagulé : colonies jaune pâle peu abondantes; pousse lentement.

En gélatine : liquéfaction légère au bout de 24 heures, à la température du laboratoire.

Sur pomme de terre glycérinée : au début, aspect granuleux; colonies soulevées en cratère par des bulles de gaz, confluant ensuite en un enduit crémeux, visqueux, s'étalant uniformément; le liquide du fond n'est pas sirupeux.

En lait tournesolé : coagulation lente en petits caillots qui s'agglomèrent au fond du tube; acidification légère.

Les sucres : saccharose, glucose, lactose, lévulose, maltose et mannite, sont fermentés, le lactose nettement plus lentement que les autres.

La gélose au rouge neutre n'est pas virée au jaune canari.

La gélose au plomb n'est pas noircie.

Ces divers caractères culturaux, qui éloignent d'abord ce germe du groupe *Coli*, le différencient également d'une façon nette du coccobacille des Criquets de d'Hérelle (qui ne liquéfie pas la gélatine et fermente le lactose sans retard). Ils l'éloignent aussi du *B. delandæ-muscæ* Roubaud et Descazeaux, de la mouche domestique et du Stomoxe, gerus très voisin, mais qui n'attaquent la gélatine ni le lait, fermente le lactose sans retard et ne pousse que difficilement à 37° C.

Ce germe ne s'est montré aucunement pathogène pour les petits animaux de laboratoire (souris, rats, cobayes).

Par inoculation ce germe a tué en 3 à 18 heures les insectes divers qui furent expérimentés : *Lucilia sericata*, *Musca domestica*, *Sarcophaga carnaria*, *Schistocerca gregaria*, *Dixippus maurosus* et les larves de *Galleria*.

Par ingestion, dans l'eau sucrée, d'émulsions de cultures de 24 heures sur gélose, ce germe a déterminé une mortalité appréciable chez les mouches domestiques. Cette mortalité est survenue, irrégulièrement, au bout d'un temps variant de 3 heures à plusieurs semaines. Le germe chez les mouches mortes a été constamment trouvé en abondance dans le sang. Les passages préalables par les mouches ou d'autres insectes n'ont pas modifié la virulence de manière appréciable.

Le germe s'est montré complètement sans effets sur les moustiques (*Stegomyia*, *Culex pipiens*) par ingestion, soit à l'état de larve, soit à l'état adulte. Les larves de l'Aëdes de la fièvre jaune, en particulier, se sont développées normalement en se nourrissant d'une émulsion dense de culture de 24 heures; elles n'ont présenté aucune mortalité.

Comment le germe peut-il infecter les Tsétsés, mouches exclusivement piqueuses et ne pouvant aspirer aucune nourriture en dehors du corps de

leurs hôtes? Disposant de quelques glossines vivantes (*Glossina morsitans*) provenant d'un élevage sain contrôlé, nous avons tenté de résoudre le problème.

Des Glossines (une quinzaine) furent d'abord nourries sur un cobaye qui avait reçu sous la peau, quelques jours auparavant, une émulsion de culture de 24 heures. Aucune mouche ne s'est infectée.

Nous avons alors mis à piquer d'autres mouches sur un cobaye dont la peau et les poils avaient été simplement souillés par la culture. Les mouches, qui piquaient à travers les mailles du tulle clôturant leurs cages, sont mortes d'une infection coccobacillaire septicémique dans les délais de 1 à 3 jours après la piqure.

Le mode de contamination des Tsétsés, par souillure de la trompe au moment de la piqure sur le corps des hôtes, est donc démontré. Bien que ces mouches ne puissent prendre par la trompe aucune nourriture au dehors, elles n'en sont pas moins susceptibles de s'infecter par des germes extérieurs à cet organe et au corps des hôtes.

Rappelons à ce sujet que J.-M. Wallace, se basant sur des expériences récentes effectuées avec des germes variés sur *Glossina palpalis* (1), a cru pouvoir nier la possibilité pour ces mouches de s'infecter dans de semblables conditions.

Le germe que nous décrivons est le premier microorganisme pathogène pour les Tsétsés actuellement connu. Nous le dénommerons *Bacterium Mathisi* n. sp.

La séance est levée à $15^{h}30^{m}$.

E. P.

---

(1) J.-M. WALLACE, *Ann. Trop. Med. a. Parasit.*, 25, 1931, p. 1-19.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de juin 1935.

Institut international de Chimie de Solvay. Cinquième Conseil de Chimie tenu à l'Université de Bruxelles du 3 au 8 octobre 1934. — *Rapports et discussions relatifs à l'oxygène. Ses réactions chimiques et biologiques.* Paris, Gauthier-Villars, 1935; 1 vol. $25^{cm},5$.

General Catalogue of stellar parallaxes, par Frank Schlesinger avec la collaboration de Louise F. Jenkins. New Haven, Yale University Observatory, 1935; 1 vol. 31^{cm}.

Premier livre du tétraèdre à l'usage des élèves de première, de mathématiques, des candidats aux grandes écoles et à l'agrégation, par P. Couderc et A. Balliccioni. Paris, Gauthier-Villars, 1935; 1 vol. 25^{cm}.

Carte géologique du massif du Mont-Blanc (partie française) à l'échelle de 1/20000e, par Paul Corbin et Nicolas Oulianoff. Paris, 1934; 1 planche $66^{cm},5 \times 48^{cm}$.

— *Notice explicative. Feuille Mont-Dolent*, par Paul Corbin et Nicolas Oulanioff. Saint-Maur-les-Fossés, Imprimerie-librairie G. Jacquart, 1934; 1 fasc. $21^{cm},5$.

Nioutonova teoriia astronomijeskoi riefraktsi, par A. N. Krylov. Moscou, 1935; 1 fasc. 25^{cm} (en langue russe).

40e *Anniversario della cinematografia* (1895-1935). Roma, 22 marzo 1935. Anno XIII E. F. Stampano nelle Officine dell'Istituto Poligrafico dello Stato in Roma. 1 vol. 33^{cm}.

Traité de chimie organique. Tome I : *Analyse organique. Azéotropisme et distillation. État cristallin et état colloïdal. Composé défini et corps pur. Construction de l'édifice moléculaire. Association des atomes. Chaînes ouvertes et chaînes fermées. Groupements fonctionnels. Représentation des édifices chimiques. Isomérie. Nomenclature*, par P. Bary, M. Delépine, Ch. Dufraisse, G. Dupont, V. Grignard, M. Lecat, R. Locquin, Ch. Mauguin, H. Pariselle, J. Timmermans. Paris, Masson et Cie, 1935; 1 vol. 26^{cm}.

Leçons d'algèbre et de géométrie à l'usage des étudiants des Facultés des sciences, par René Garnier, Tome I : *Algèbre linéaire. Homographie. Équations tangentielles*, Paris, Gauthier-Villars, 1935; 1 vol. $25^{cm},5$.

Recherches sur le génie épidémique. Étude des variations du pouvoir pathogène et du pouvoir toxigène du bacille diphtérique, par Émile Gilbrin. Paris, Jouve et Cie, 1934; 1 vol. 24^{cm}.

La physique moderne et l'électron, par A. Boutaric, Paris, Félix Alcan 1935 1 vol. $18^{cm},5$. (Présentée par M. Delépine.)

Die lyophilen Kolloide ihre Théorie und Anwendung, par Martin H. Fischer et Marian O. Hooker. Dresden et Leipzig, Theodor Steinkopff, 1935; 1 vol. $23^{cm},5$.

Chimie biologique, par Ssadikov. Leningrad, 1935. (en langue russe). 1 vol. 23^{cm}.

Charles Flahault (1852-1935), par Ph. Guinier. Extrait de la *Revue des Eaux et Forêts*. Tome LXXIII, p. 397-411. Paris, imprimerie Berger-Levrault, 1935; 1 fasc. 24^{cm}.

ERRATA.

(Séance du 8 juillet 1935.)

Note de M. *Marc Krasner*, Sur la théorie de la ramification des idéaux :

Page 115, ligne 7, *ajouter* α_ν — nombre du corps d'inertie de P; ligne 8, *au lieu de* $\sigma\pi_0 - \pi_0(1 + \nu\alpha_\nu\pi_0)^{-1/\nu}$, *lire* $\sigma\pi_0 - \pi_0(1 - \nu\alpha_\nu\pi_0^\nu)^{-1/\nu}$; ligne 9, *au lieu de* $\bar{\nu} - (p-1)\nu$, *lire* $\bar{\nu} - (p-1)\nu + 1$; lignes 12, 13, *au lieu de* φ^{k-1}, *lire* φ^{k-1}/P.

Page 116, ligne 16, *au lieu de* P/Π, *lire* P|Π; lignes 21, 24, 27, et page 117, ligne 3, *remplacer* -/- par $\frac{|}{|}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUILLET 1935.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI DOUVILLÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations à propos des apports atmosphériques de soufre aux terres arables.* Note de M. **Gabriel Bertrand.**

Lorsqu'on évapore à un petit volume une quantité notable d'eau de pluie, soit dans une capsule de porcelaine, soit dans une capsule de platine, en chauffant à l'aide d'un brûleur à gaz, comme on le pratique d'ordinaire dans les laboratoires, on trouve toujours dans le produit de la concentration une petite quantité d'acide sulfurique précipitable par le chlorure de baryum.

C'est ainsi que tout récemment Vincent, Herviaux et Sarrazin ont dosé dans les pluies de la région de Quimper de 4 à 7^{mg} d'acide sulfurique par litre (¹).

Mais, dans les mêmes conditions, on trouve toujours aussi de l'acide sulfurique en opérant avec de l'eau pure.

Ainsi, en ramenant un litre d'eau redistillée (²) à 50^{cm^3} par évaporation soit au bain-marie, soit sur une toile métallique ou à feu nu, à l'aide d'un brûleur de Bunsen, j'ai obtenu de 1^{mg} à $3^{mg},5$ de sulfate de baryum; si l'eau était faiblement alcalinisée au début par l'addition de $0^{g},1$ de carbonate de sodium, la quantité de sel barytique s'élevait de $2^{mg},5$ à $6^{mg},8$. C'est par évaporation au bain-marie, qui demande le plus de temps, que la fixation

(¹) *C. R. Ac. Agr.*, 21, 1935, p. 775.

(²) Sous le vide de la trompe à eau dans un appareil de verre.

d'acide sulfurique a été la plus forte et par chauffage sur toile métallique, au contraire, qu'elle a été la moins grande ([1]). L'acide sulfurique provient des produits de la combustion du gaz, car la concentration d'un litre de la même eau par distillation sous vide dans un appareil de verre n'a pas donné trace de sulfate de baryum ([2]).

Il résulte de ces observations que les dosages d'acide sulfurique qui ont été faits antérieurement dans les eaux de pluie et dans la neige ne présentent pas de garantie et ne peuvent, notamment, servir à des évaluations précises quant aux quantités de soufre combiné qui sont apportées aux terres arables par les précipitations atmosphériques.

La cause d'erreur que je viens de signaler n'est d'ailleurs pas la seule qui se présente lorsqu'il s'agit de doser le soufre contenu dans l'eau de pluie, surtout si ce dosage doit être effectué dans l'eau recueillie pendant une longue période, de trois mois à une année, par exemple. Au cours de cette période, en effet, des organismes et principalement des plantes se développent dans l'eau, fixant tout ou partie du soufre dans leurs tissus; de sorte qu'il ne faut pas seulement opérer le dosage sur l'eau filtrée, comme on le fait d'ordinaire, mais sur la totalité de la masse, après destruction convenable des matières organiques. Il faut encore tenir compte des matières minérales apportées par les vents, dont les unes, très ténues, proviennent souvent de fort loin, dont les autres, plus grossières, peuvent venir du voisinage immédiat.

Voici, en définitive, la méthode à laquelle je me suis arrêté lorsque, pour avoir une idée de l'importance de l'apport du soufre atmosphérique dans la végétation, j'ai déterminé, trimestre par trimestre, pendant quinze mois, les quantités de soufre total contenues dans l'eau recueillie à l'Institut Pasteur, non loin de l'abri sous lequel nous avons expérimenté avec Silberstein l'action favorisante des sulfates sur la culture du colza ([3]).

L'eau de pluie est récoltée dans des cylindres de verre d'environ 50^{cm} de hauteur et 13^{cm} de diamètre. Ces récipients sont tout à fait pratiques : s'il tombe annuellement à Paris une couche d'eau de près de 60^{cm} de hauteur, l'évaporation compense en partie les chutes et il n'y a pas à craindre que les cylindres débordent; d'autre part, le diamètre est assez grand pour assurer la collection d'une quantité d'eau suffisante aux

---

([1]) Les évaporations ont été faites dans une partie du laboratoire où n'était dégagée aucune vapeur sulfurique.

([2]) C'est une cause d'erreur identique à celle que j'ai signalée en 1907, à propos de l'analyse du caoutchouc (*Caoutchouc et Gutta-percha*, 4, 1907, p. 1201).

([3]) GAB. BERTRAND et L. SILBERSTEIN, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 1349.

analyses. Quant à la forme, elle se prête au nettoyage et à la récolte totale des particules et des organismes tombés au fond ou fixés sur les parois intérieures.

Une précaution est à prendre, lorsqu'il fait très froid, pour éviter que le gel de l'eau recueillie entraîne la rupture des récipients : c'est d'ajouter un peu d'alcool redistillé, 10 à 20 pour 100 du volume de l'eau, selon la température.

Pour l'analyse, le contenu du cylindre sur lequel on opère est transvasé dans un ballon distillatoire avec les matières solides qui s'y trouvent. En s'aidant d'une forte baguette de verre, munie d'un bouchon de liège à l'une de ses extrémités, on détache par frottement les particules adhérentes que l'on entraîne avec de l'eau pure. On termine le lavage en arrosant les parois avec une dizaine de centimètres cubes d'acide nitrique fumant et, lorsque tout est passé dans le ballon, on distille pour ainsi dire à sec, sous pression réduite. On verse maintenant dans le ballon de 10 à 30$^{cm^3}$ d'acide nitrique fumant, selon la quantité de résidu, et l'on chauffe au bain-marie, en remuant de temps en temps, jusqu'à ce que les matières organiques soient dissoutes et qu'il n'y ait plus en suspension que des substances minérales. On transvase le produit de cette attaque dans une capsule de porcelaine, en se servant d'eau pure pour finir; on évapore au bain-marie chauffé électriquement, de manière à chasser la plus grande partie de l'acide; le résidu pâteux est alors traité par le carbonate de sodium et fondu au four électrique dans un creuset de nickel avec un mélange de nitrate et de carbonate alcalin, comme s'il s'agissait de doser le soufre total dans une plante ou dans la terre arable (1). La silice, puis les oxydes de fer, de manganèse et d'aluminium, sont éliminés et, finalement, l'acide sulfurique est précipité par le chlorure de baryum (2).

Cette méthode a d'abord été appliquée, du mois de mars 1931 au mois de septembre 1932, à l'eau recueillie à la partie supérieure de la salle de machines de l'Institut Pasteur, à environ 15^{m} au-dessus du sol et 20^{m} de la grande cheminée. Elle a donné, trimestre par trimestre, les chiffres suivants. Ceux de la dernière colonne sont calculés en tenant compte de la surface (165$^{cm^2}$) de la section transversale mesurée à l'ouverture du récipient.

	Sulfate de Ba pesé.	Soufre correspondant.	Soufre rapporté au m².
	g	g	g
Du 1er mars au 31 mai 1931	0,2737	0,0376	2,279
Du 1er juin au 31 août 1931	0,2105	0,0289	1,751
Du 1er septembre au 30 novembre 1931	0,3352	0,0461	2,793
Du 1er décembre 1931 au 29 février 1932	0,3370	0,0462	2,800
Du 1er mars au 31 mai 1932	0,2290	0,0315	1,909

(1) Gab. Bertrand et L. Silberstein, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1388 et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **41**, 1927, p. 950; *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 886 et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **47**, 1930, p. 95.

(2) Il va de soi que l'eau et les réactifs doivent être tout à fait purs; ceux qui ont été utilisés dans les expériences décrites ici ne donnaient, aux doses et dans les conditions énumérées, aucun précipité par le chlorure de baryum.

Il est à présumer que ces chiffres sont parmi les plus forts que l'on puisse rencontrer, car l'endroit où l'eau avait été recueillie était placé au voisinage d'une cheminée émettrice de fumées et de gaz provenant de la combustion de la houille, substance qui renferme toujours, comme on sait, une assez forte proportion de pyrite.

Loin des villes, la proportion de soufre combiné contenu dans l'eau de pluie est beaucoup moins grande. Dans l'eau recueillie de la manière décrite plus haut, à l'École d'Agriculture de Grignon, pendant une année, par M. Guérillot, j'ai trouvé seulement

	Sulfate de Ba pesé.	Soufre correspondant.	Soufre rapporté au m² (1).
Du 1er mai 1934 au 30 avril 1935......	0g,1480	0g,00203	1g,51

Cette proportion de soufre, équivalant à environ 2mg,5 de métalloïde par litre, en admettant une chute d'eau annuelle de 60cm de hauteur, paraît, au premier abord, très minime. Elle est cependant loin d'être négligeable au point de vue agricole : on peut calculer en effet (2) que, si elle était complètement absorbée par la végétation qui la reçoit, elle suffirait à couvrir les besoins en soufre des récoltes de nos principales plantes cultivées.

La question se pose maintenant de savoir si, dans certaines régions agricoles, la proportion de soufre atmosphérique n'est pas inférieure à celle trouvée dans l'eau de pluie de Grignon. Comme il s'agirait alors de proportions très petites, de l'ordre de grandeur des erreurs d'expériences de la plupart des méthodes d'analyse employées jusqu'ici, il faudrait évidemment tenir compte des observations que j'ai présentées plus haut pour obtenir une réponse précise à cette question.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *La vaccination contre la fièvre jaune par le virus amaril vivant, desséché et enrobé.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **J. Laigret.**

La vaccination contre la fièvre jaune est pratiquée en grand, dans l'Ouest africain, à l'aide du virus amaril vivant, modifié par passages intracérébraux à la souris et atténué à vingt degrés. On inocule, à vingt jours d'intervalle, trois vaccins successivement constitués par du virus de quatre

(1) La section transversale du cylindre collecteur étant de 135cm².

(2) En se servant, en particulier, des résultats obtenus par Gab. Bertrand et L. Silberstein, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 1045 et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **47**, 1930, p. 99, et par Gab. Bertrand et V. Ghitescu, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 1269.

jours, du virus de deux jours et du virus d'un jour d'atténuation (*Méthode Laigret-Sellards*).

Environ dix mille personnes ont été vaccinées au cours de l'année écoulée. Il n'y a eu, parmi elles, aucun cas de fièvre jaune. A Zinder, une épidémie prit fin dès que la vaccination fut appliquée. Une autre épidémie, survenue en Gambie anglaise, n'a pas contaminé les populations françaises voisines, vaccinées. A la Côte d'Ivoire, la fièvre jaune n'a plus frappé que des non vaccinés. Les trafiquants syriens, nombreux en Afrique Occidentale et qui y vivent dans des conditions qui faisaient toujours d'eux, jusqu'à présent, les premières victimes de la fièvre jaune, n'ont pas fourni un seul cas depuis qu'ils ont été soumis à la vaccination.

Les accidents ont été exceptionnels : deux méningites et une myélite, guéries sans séquelles.

Les médecins coloniaux, dans le but de faciliter l'extension de la vaccination antiamarile, surtout en milieu indigène, ont demandé de réduire les inoculations à deux ou, mieux à une seule. La solution du problème exigeait l'emploi, d'emblée, d'une masse relativement importante du virus vivant. Une telle inoculation n'était possible que si l'on parvenait, par un moyen quelconque, à en retarder la résorption. L'idée d'enrober les antigènes dans des produits susceptibles de retarder leur diffusion à partir du point d'inoculation est ancienne pour les vaccins bactériens. G. Ramon l'a récemment appliquée aux toxines. Elle était inédite pour les virus vivants.

Quatre-vingt-neuf sujets ont été vaccinés par une seule inoculation du virus amaril vivant enrobé *dans le jaune d'œuf*, *dans l'huile d'olive*, ou, à la fois, *dans le jaune d'œuf et l'huile* (double enrobage). Il continue de s'agir *du même vaccin*, qui a fait la preuve de son innocuité et de son efficacité, c'est-à-dire du vaccin constitué par des cerveaux de souris atténués en glycérine à vingt degrés, desséchés en présence de phosphate de soude, puis titrés. Seul a changé l'excipient dans lequel ce vaccin est inoculé à l'homme.

Enrobage dans l'huile. — Vingt-deux personnes ont été vaccinées, en une seule fois, avec 320, 640, 800 ou 4000 unités-souris; soit deux, quatre, cinq ou vingt-cinq fois la dose utilisée au cours de la vaccination ordinaire. Le vaccin (cerveaux de souris atténués un jour à 20°, desséchés et titrés) avait été mis en suspension dans l'huile d'olive neutralisée et lavée à l'alcool.

Il n'y eut aucune réaction locale. L'accès fébrile du sixième ou septième jour, fréquent au cours de la vaccination ordinaire, a constamment manqué.

Les substances protectrices sont apparues, dans les sérums des vaccinés, à partir du dix-neuvième jour. Ce contrôle était superflu; de telles doses de virus vivant déterminent toujours la production des anticorps spécifiques.

Enrobage dans le jaune d'œuf (sans huile). — 21 vaccinés ont reçu, en une seule inoculation, de 320 à 6000 unités-souris, c'est-à-dire plus de 30 fois la valeur de l'inoculation la plus riche, dans la méthode des trois inoculations.

Il n'y eut aucune réaction locale, aucun accident d'ordre anaphylactique. La fièvre a été constatée une seule fois; sa cause n'a pas pu être jugée; elle ne paraît pas devoir être attribuée à la vaccination. Elle eut lieu aux 14e et 15e jours de l'inoculation et fut insignifiante. L'accès fébrile habituel du 6-7e jour a constamment manqué.

Tous les sérums, contrôlés après l'opération, se sont montrés protecteurs.

Enrobage double dans le jaune d'œuf, puis l'huile. — Dans cette série, 48 sujets ont reçu de 2000 à 4000 unités-souris, en une seule inoculation. Il n'y eut aucune réaction locale, aucun accident de nature anaphylactique, aucune fièvre.

C'est volontairement que, dans nos expériences, nous avons utilisé des vaccins très riches en virus vivant. L'effet des enrobages ne pouvait se juger que sur des épreuves exagérément poussées. Pour la pratique, il sera inutile d'employer des concentrations aussi fortes. Le chiffre de 320 unités paraît devoir convenir pour l'application courante. D'ailleurs, étant donné la marge dont nous disposons, il sera facile d'augmenter l'activité des vaccins si le besoin s'en fait sentir. *La préférence des praticiens ira certainement au vaccin simplement enrobé en jaune d'œuf;* son emploi est pratique puisqu'il suffit, au moment de l'inoculation, de le reprendre dans l'eau (pour obtenir une émulsion de jaune d'œuf à 1/10e).

Par conséquent la vaccination antiamarile que les médecins ont appliquée dans l'Ouest africain sur des milliers de personnes, devient susceptible, grâce à ces artifices de préparation, d'être réduite à une seule inoculation, au lieu de trois. Cette inoculation unique, bien que comportant des quantités importantes de virus vivant, n'a provoqué, chez nos 89 vaccinés, aucune réaction. Il en résulte un avantage considérable pour l'application de la méthode et la dernière objection qui lui avait été faite, celle de la répétition des inoculations, tombe.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *La théorie de Dauzère sur la conductibilité de l'air dans les régions exposées à la foudre.* Note de M. **Émile Mathias.**

1. La théorie se résume ainsi : 1° la conductibité électrique totale de l'air $s = \lambda_- + \lambda_+$ et le rayonnement pénétrant ont constamment, en certains points de la surface du sol, une valeur supérieure à celle des alentours; en ces lieux, l'ionisation est maxima; 2° le quotient $r = \lambda_- / \lambda_+$ est presque

toujours < 1. Au contraire, dans les lieux à ionisation maxima, r est en général > 1. Là où l'ionisation est maxima, les ions négatifs sont généralement plus nombreux que les ions posisifs; 3° les lieux à ionisation maxima sont des points de prédilection de la foudre.

Les efforts associés de R. Gibrat et G. Viel (1) pour vérifier et préciser la théorie précédente montrent que :

1° les points où s est maxima sont des points d'ionisation forte *mais ne sont pas toujours des points de prédilection de la foudre;*

2° les points où r est maximum et où il y a prédominance marquée des ions négatifs *sont toujours des points de prédilection de la foudre;*

3° les aires où r et s sont maxima ne coïncident pas;

4° le danger à la foudre varie suivant une certaine puissance de r et de s.

2. Soit un point A de la surface du sol ou $r = \lambda_-/\lambda_+$ est maximum par rapport aux points environnants. Les deux conditions qui le déterminent (ionisation maxima et prédominance permanente des ions négatifs) sont des conditions *nécessaires*, puisqu'elles sont vérifiées en tous les points frappés par la foudre et qualifiés *points de prédilection de la foudre*. Cherchons pourquoi les conditions *nécessaires* ne sont pas en général *suffisantes* pour déterminer la chute de la foudre en ces points.

Supposons, pour plus de simplicité, que le champ électrique de l'air en A soit vertical et se continue ainsi, à travers l'atmosphère, jusqu'au nuage zénithal N, positif, qui le détermine. Cherchons les conditions pour qu'un train d'ions positifs, émis à un certain moment par le nuage N, suive le champ positif descendant et arrive sans encombre en A.

Si le champ électrique est descendant pour les ions positifs, il est ascendant pour les ions négatifs. Dès lors, il nous plaît de chercher les conditions pour qu'un train d'ions négatifs, émis par le point A, suive sans encombre le champ électrique vertical et arrive au nuage zénithal N.

Une objection spécieuse, en apparence irrésistible, a été faite à la théorie de Dauzère. Elle consiste à remarquer que les sources abondantes d'ions des deux signes, comme les fumées des cheminées des locomotives ou des usines, aussitôt formées, se dispersent dans les *vortices* qui se produisent partout dans l'air. De là, à dire qu'un champ électrique vertical, ascendant pour les ions négatifs, est détruit aussitôt que créé par le train d'ions générateur et que l'hypothèse de notre champ électrique vertical, continu à travers l'atmosphère, est illusoire, cela revient au même.

---

(1) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1933.

Tout revient donc à détruire cette objection, c'est-à-dire à trouver la source d'énergie capable d'empêcher la formation des *vortices* de fumée et de les détruire s'ils tentent de se former en quelque point que ce soit de l'atmosphère comprise entre le point A et le nuage zénithal positif N.

On y arrive en supposant que l'axe vertical d'un cyclone passe à un certain moment par A. On sait que l'atmosphère qui entoure cet axe est en état de mouvement ascendant vertical en tous ses points; aucune vitesse autre qu'une vitesse verticale ascendante ne peut s'y former; il n'y a donc pas de *vortices* possibles au voisinage de l'axe. Remarquons de plus que l'aspiration, qui détermine le mouvement d'ensemble de l'air, favorise l'ionisation de l'air comme aussi la température élevée qui règne toujours quand les orages se préparent. Bref, on voit que, dans ces conditions, un train d'ions négatifs émis par le point A suivra le champ électrique et arrivera sans encombre jusqu'au nuage zénithal N. Donc *quand l'axe vertical d'un cyclone vient à passer par* A *et y demeure quelque temps, les conditions nécessaires deviennent suffisantes*, puisque inversement un train d'ions positifs, émis par N, peut descendre le champ électrique et venir frapper le point A.

3. La substitution du train d'ions négatifs au train d'ions positifs que constitue l'éclair descendant du nuage N exige une remarque, car elle comporte une différence importante dont il reste à parler.

Les ions négatifs, par leur *mobilité* plus grande et le fait qu'ils passent constamment à travers des couches d'air de moins en moins résistantes dont la densité diminue constamment, ont besoin, toutes choses égales, d'un champ électrique H plus petit que les ions positifs, dont la *mobilité* est moindre et qui ont à vaincre à chaque instant la résistance au passage de couches de plus en plus denses. Si H′ est le champ électrique nécessaire pour assurer le déplacement des ions positifs avec la même vitesse (mais en sens opposé) que les ions négatifs considérés au même point du champ électrique, on a nécessairement $H' > H$.

Tant que le champ H′, correspondant à l'éclair descendant, règne, les éclairs positifs descendent jusqu'en A, masquant ou supprimant les trains ascendants d'ions négatifs.

Si, à un certain moment, soit que le nuage N s'élève ou que sa charge ait diminué, le champ électrique cesse de pouvoir entretenir les éclairs qui frappaient en A, alors, pendant un certain temps, le champ électrique, quoique diminué, sera tout de même suffisant pour entretenir les trains ascendants des ions négatifs, partant de A, lesquels deviendront d'autant

plus visibles (feu Saint-Elme) que H sera plus grand et la nuit plus proche, les forts orages se produisant généralement à la fin des chaudes journées d'été. Et cela justifie la croyance populaire que, dans les grands orages, l'apparition du feu Saint-Elme signifie que le danger d'éclairs descendants est passé.

4. Remarquons enfin que la trajectoire descendante des ions positifs de l'éclair est la même (rectiligne ou non) que la trajectoire ascendante des ions négatifs du feu Saint-Elme. Il n'est donc pas étonnant, comme bien des observations le montrent, que *les éclairs descendants aillent rencontrer le feu Saint-Elme qui jaillit du point que la foudre va frapper.*

M. **René Maire** fait hommage d'un ouvrage de Louis Trabut, intitulé : *Flore du Nord de l'Afrique. Répertoire des Noms indigènes des Plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique*, dont il vient d'assurer la publication.

ÉLECTIONS.

Par l'unanimité de 22 suffrages, M. **Henri Deslandres** est réélu, et M. **Robert Bourgeois** est élu Membre du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique* pour l'année scolaire 1935-1936.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. *Scientific Results of the* Norwegian Antartic Expeditions 1927-1928 et S*qq*. Instituted and financed by Consul Lars Chistensen. Edited by Olaf Holtedahl. Volume I.

STATISTIQUE. — *Le plus grand âge, distribution et série.* Note (1) de M. **E. J. Gumbel**, présentée par M. Émile Borel.

En traitant la table de survie comme distribution des âges x aux décès on peut contrôler par les observations les théories sur la plus grande valeur. On suppose cette distribution illimitée vers la droite de sorte que le plus grand âge devient une variable statistique. Sa dominante $\tilde{\omega}$, fonction toujours croissante des nombres d'observations N, c'est-à-dire des décédés d'une année ou d'une période, sera calculée à l'aide de la fonction de survie $l(x)$ par (2)

$$l(\tilde{\omega}) = \frac{1}{N}. \tag{1}$$

Les probabilités pour que les plus grands âges observés pendant une série d'années soient inférieurs à x doivent être les probabilités doublement exponentielles des dernières valeurs (3)

$$W(x) = e^{-e^{-y}}, \tag{2}$$

où, $\mu(\tilde{\omega})$ étant l'intensité de mortalité du plus grand âge dominant,

$$y = \mu(\tilde{\omega})(x - \tilde{\omega}) \tag{3}$$

est une variable réduite. On détermine les deux constantes $\mu(\tilde{\omega})$ et $\tilde{\omega}$ par la moyenne arithmétique (4) $\bar{\omega}$ et l'écart type (5) σ de la distribution observée à l'aide de

$$\tilde{\omega} = \bar{\omega} - 0,45005\sigma; \qquad \frac{1}{\mu(\tilde{\omega})} = 0,77970\sigma, \tag{4}$$

et l'on peut comparer la probabilité théorique (2) aux fréquences cumulatives observées sans avoir besoin d'aucune formule analytique sur les fonctions biométriques.

Pour les âges observés des derniers survivants en Suède 1881-1932 et les deux sexes on obtient à l'aide des formules (4)

$$\tilde{\omega} = 101,28; \qquad 1 : \mu(\tilde{\omega}) = 1,5. \tag{4'}$$

(1) Séance du 1er juillet 1935.
(2) *Bulletin de la Société Mathématique*, **50**, III-IV, 1932, p. 34.
(3) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1381.
(4) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 33.
(5) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 313.

La figure (1) montre l'accord entre les nombres d'années observées et théoriques où l'âge du dernier décédé était inférieur ou égal à x.

Pour vérifier comment le plus grand âge atteint jusqu'à une certaine époque augmente avec le temps, il faut introduire une hypothèse sur le cours des fonctions biométriques avec l'âge. Choisissons la formule de Gompertz

$$\mu(x) = be^{\gamma x}, \tag{5}$$

qui remplit les conditions [1] nécessaires pour le calcul de la plus grande

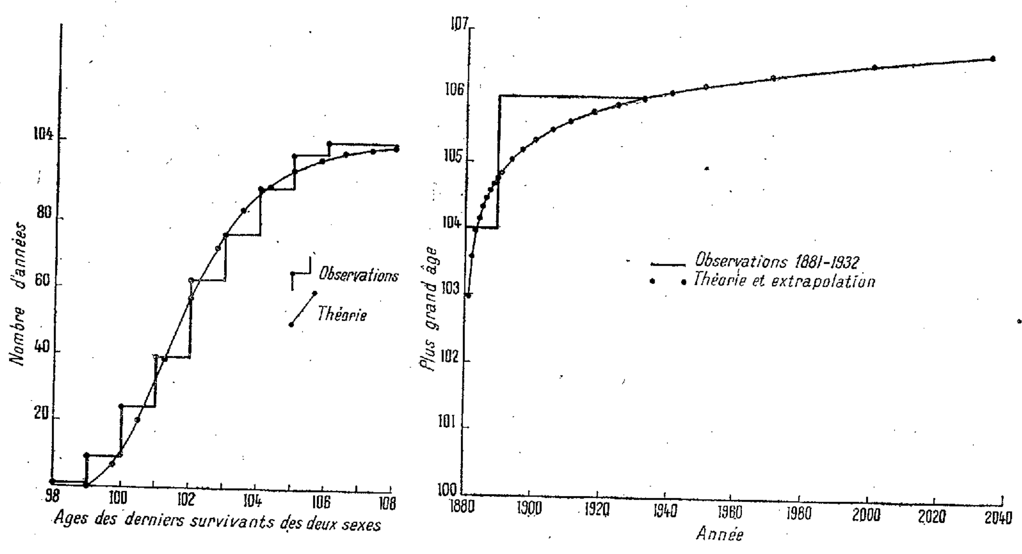


Fig. 1. — Fréquences cumulatives des plus grands âges. Suède 1881-1932.

Fig. 2. — Cours historique et extrapolation du plus grand âge en Suède.

valeur et l'on obtient d'après (1) la dominante du plus grand âge, fonction du nombre envisagé des décédés N par [2]

$$e^{\frac{b}{\gamma}-\frac{b}{\gamma}e^{\gamma\tilde{\omega}}} = \frac{1}{N},$$

dont on tire la première approximation

$$\tilde{\omega} = \frac{1}{\gamma}\log\frac{\gamma}{b} + \frac{\log\log N}{\gamma}. \tag{6}$$

---

(1) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 965.

(2) Voir E. L. Dodd, *Trans. Am. Math. Soc.*, **25**, 1923, p. 525.

En introduisant (¹) l'âge au décès le plus probable ξ et son espérance de vie $E(\xi)$ on obtient

$$\tilde{\omega} = \xi + 1,67688\, E(\xi) \log\log N, \tag{7}$$

formule extrêmement simple et tout à fait analogue (²) à celle déduite auparavant (³) à l'aide de l'hypothèse que la distribution des décès autour de l'âge ξ, soit Gausienne (⁴). Toutes les deux ne nécessitent aucune connaissance sur les plus grands âges. En choisissant pour ξ et $E(\xi)$ les valeurs de la table de survie Suède 1901-1910 située au milieu de l'intervalle envisagé, on obtient

$$\tilde{\omega} = 78,667 + 10,035 \log\log N. \tag{7'}$$

La figure (2) compare ces valeurs théoriques avec le cours observé du plus grand âge atteint jusqu'à une certaine année. Les deux graphiques montrent que notre théorie sur le plus grand âge est vérifiée dans la mesure que l'on peut attendre pour une grandeur si difficile à déterminer.

TOPOLOGIE. — *Problème de la dérivée oblique dans la théorie du potentiel.* Note de M. **Alfred Liénard**, présentée par M. Émile Jouguet.

M. G. Bouligand a attiré récemment l'attention sur le problème qui consiste à déterminer une fonction harmonique dans un domaine connaissant la dérivée dans une direction donnée en chaque point de la frontière (⁵).

Dans le cas du plan, le problème peut se ramener à la résolution successive de plusieurs problèmes de Dirichlet. Mais, ce qui est plus intéressant, il existe une règle simple permettant de prévoir *a priori* si le problème possède une ou plusieurs solutions et combien de conditions sont nécessaires pour cela.

Soit, pour simplifier, un domaine linéairement connexe. Je désigne par φ l'angle que forme avec Ox, en un point du contour, la direction pour laquelle la dérivée oblique est donnée, angle compté dans le sens direct.

(¹) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 592.
(²) *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 918.
(³) *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari*, 5, 1934, p. 52.
(⁴) *Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari*, 3, 1932, p. 311.
(⁵) Bouligand, Giraud et Delens, *Problème de la dérivée oblique*, etc., Paris, 1935.

Si φ varie d'une façon continue, il varie nécessairement d'un multiple entier de π lorsqu'on décrit le contour. Soit $k\pi$ l'accroissement de φ lorsque le contour est parcouru dans le sens direct. Les résultats sont les suivants :

1° $k = +1$. Il y a toujours une solution et une seule en convenant de ne pas considérer comme distinctes deux solutions dont la différence est une constante.

2° $k > 1$. Il y a encore une seule solution au plus, mais cette solution n'existe que si les valeurs données des dérivées obliques satisfont à $k-1$ conditions.

3° $k < 1$. Soit $k = 1 - k'$ ($k' > 0$). Il y a toujours des solutions et la solution générale dépend linéairement de k' constantes arbitraires.

Pour parvenir à ces résultats j'ai utilisé en particulier les deux propositions suivantes qui s'établissent très facilement :

a. La condition nécessaire et suffisante pour qu'une expression de la forme $A(x, y)\partial V/\partial x + B(x, y)\partial V/\partial y$ soit harmonique lorsque la fonction V est elle-même harmonique est que les deux fonctions A et B soient harmoniques conjuguées.

b. Soient V une fonction harmonique, ψ l'angle avec Ox de la normale en un point à la courbe équipotentielle passant par ce point.

Si V est uniforme dans un domaine D, l'accroissement $\delta\psi$ de l'angle ψ lorsqu'on décrit le contour de D dans le sens direct :

1° Est nul si les lignes $V = \text{const.}$ ne présentent aucun point multiple soit à l'intérieur, soit sur le contour de D.

2° Est égal à -2π si les courbes équipotentielles présentent un point double à l'intérieur de D, ou à $-\pi$ si le point double est sur le contour. Les effets de plusieurs points doubles s'ajoutent, un point multiple d'ordre p comptant pour $p-1$ points doubles.

Ce n'est que dans le cas de fonctions qui ne sont pas uniformes dans le domaine envisagé mais y présentent des points critiques ou des pôles que $\delta\psi$ peut être positif. Tel est le cas pour

$$\log\sqrt{x^2+y^2}, \quad \text{arc tang}\,\frac{y}{x}, \quad \left(\frac{x}{x^2+y^2}\right), \quad \ldots.$$

La méthode se généralise sans difficulté au cas d'un domaine non linéairement connexe et aussi au cas où l'angle φ présente des variations brusques. Mais, naturellement, les calculs et la discussion des résultats sont plus compliqués.

Peut-on également généraliser au cas d'un espace à trois dimensions? Ce n'est évidemment pas possible pour les propositions utilisant des fonctions harmoniques conjuguées. Une généralisation des propriétés topologiques du paragraphe II est au contraire réalisable en considérant l'angle solide de faisceaux de normales, mais il se présente ici une indétermination de signe qui ne permet pas d'utiliser immédiatement les résultats au problème étudié.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une formule de Weierstrass.* Note de M. **Paul Montel.**

1. La formule de Weierstrass

$$\frac{f(z_1)-f(z_0)}{z_1-z_0}=Z_1,$$

dans laquelle $f(z)$ désigne une fonction holomorphe dans un domaine (D) contenant le segment rectiligne (z_0, z_1) et Z_1 l'affixe d'un point du domaine de convexité de l'ensemble F_1 des valeurs prises par $f'(z)$ lorsque z décrit le segment rectiligne (z_0, z_1) peut être étendue à un système de $n+1$ valeurs de la variable.

J'ai montré [1] en effet que, si $z_0, z_1, \ldots, z_n$ sont les affixes de $n+1$ points du domaine (D), tels que le polygone de convexité (Π) de ces points soit intérieur à (D), on peut écrire

$$Q(z_0, z_1, \ldots, z_n)=\frac{Z_n}{n!}.$$

Dans cette formule, $Q(z_0, z_1, \ldots, z_n)$ désigne la $n^{\text{ième}}$ différence divisée de $f(z)$ pour les valeurs $z_0, z_1, \ldots, z_n$ considérées, c'est-à-dire le quotient du déterminant

$$\Delta[f(z)]=\begin{vmatrix} 1 & z_0 & z_0^2 & \ldots & z_0^{n-1} & f(z_0) \\ 1 & z_1 & z_1^2 & \ldots & z_1^{n-1} & f(z_1) \\ . & .. & .. & \ldots & \ldots & \ldots \\ 1 & z_n & z_n^2 & \ldots & z_n^{n-1} & f(z_n) \end{vmatrix}$$

par le déterminant de van der Monde $\Delta[z^n]$. Z_n est l'affixe d'un point du domaine de convexité de l'ensemble F_n des valeurs de $f^{(n)}(z)$ lorsque z décrit le polygone de convexité (Π).

(1) *Annali R. Scuola normale super. di Pisa*, 2e série, 1, 1932, p. 371-384.

Lorsque k des valeurs de la variable deviennent égales à z_i, on doit remplacer $k-1$ des k lignes correspondantes des deux déterminants par celles que l'on obtient en substituant aux valeurs des fonctions

$$1, \quad z, \quad z^2, \quad \ldots, \quad z^{n-1}, \quad f(z),$$

celles des dérivées d'ordres $1, 2, \ldots, (k-1)$ prises pour la valeur z_i. En particulier, on obtient l'identité

$$(z_1-z_0)^n Q(z_0, z_0, \ldots, z_1)$$
$$= f(z_1) - f(z_0) - \frac{(z_1-z_0)}{1} f'(z_0) - \frac{(z_1-z_0)^2}{1.2} f''(z_0) - \ldots - \frac{(z_1-z_0)^{n-1}}{(n-1)!} f^{(n-1)}(z_0),$$

qui permet d'étendre la formule de Weierstrass au cas de la formule de Taylor.

2. Le point Z_n est le centre de gravité de masses positives attachées au domaine défini par les points de F_n.

Il en résulte que les points d'affixes $f^{(n)}(z)$ ne peuvent être tous intérieurs au cercle de centre origine et de rayon $|Z_n|$. Si $f^{(n)}(\xi)$ est un point extérieur à ce cercle, on peut écrire

$$|Q(z_0, z_1, \ldots, z_n)| \leq \frac{|f^{(n)}(\xi)|}{n!}.$$

C'est l'extension de la formule de Darboux à un système de $n+1$ valeurs. On peut remplacer le module de $Q = X + iY$ par toute fonction $\Phi(X, Y)$ telles que les courbes $\Phi = \text{const.}$ soient convexes.

La droite passant par le point Z_n et parallèle à l'axe des ordonnées rencontre nécessairement l'ensemble F_n; il existe donc un point ξ du polygone (Π) tel que

$$\mathcal{R}[Q(z_0, z_1, \ldots, z_n)] = \mathcal{R}\left[\frac{f^{(n)}(\xi)}{n!}\right].$$

Cette formule a été établie, en suivant une autre voie, par M. Osaki [1].

Il existe de même un point ξ du polygone (Π) pour lequel a lieu l'égalité

$$\arg Q(z_0, z_1, \ldots, z_n) = \arg \frac{f^{(n)}(\xi)}{n!},$$

ou, plus généralement, l'égalité correspondant à une fraction arbitraire du premier degré en X et Y.

---

(1) *Science Report of the Tokyo Bunrika Daigaku*, **2**, A, 1935, p. 167-188.

3. On déduit aussitôt de l'extension de la formule de Weierstrass que, si

$$\mathcal{R}[f^{(n)}(z)] > 0$$

dans un domaine convexe (D), la fonction $f(z)$ est multivalente d'ordre n au plus, comme l'a montré M. Osaki. Pour $n=1$, on retrouve un théorème de M. Wolff [1] qui apparaît ainsi comme une conséquence directe de la formule de Weierstrass.

4. Supposons que $f^{(n+1)}(z)$ ne s'annule pas lorsque z est intérieur à (D); il est possible de déterminer une ellipse (e), semblable à une ellipse donnée (E), telle que pour tout groupe de $n+1$ points que l'on peut enfermer dans une ellipse égale à (e) intérieure à un domaine intérieur à (D), on ait l'égalité

$$Q(z_0, z_1, \ldots, z_n) = \frac{f^{(n)}(\xi)}{n!},$$

ξ désignant un point intérieur à (e). On peut remplacer l'ellipse (E) par une courbe convexe dont la courbure a une limite inférieure positive.

Si l'on prend pour (E) un cercle, on retrouve un résultat de M. Cinquini [2] qui étend au cas de n variables un théorème de M. Curtiss.

ASTRONOMIE. — *Sur l'origine des comètes.* Note [3] de MM. **Paul Bourgeois** et **J. F. Cox**, présentée par M. Henri Deslandres.

La recherche de l'origine des comètes repose sur l'étude de répartitions apparentes.

Nous nous sommes proposés de corriger ces répartitions observées pour tenir compte des circonstances de l'observation.

Pour arriver aux répartitions réelles nous avons esquissé une théorie générale de l'influence des conditions d'observation sur la découverte en astronomie. La méthode que nous utilisons généralise et prolonge les travaux de M. L. Fabry [4]; la trajectoire d'une comète dans le plan

---

(1) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1209. Voir aussi K. Noshiro, *Journal of the Faculty of Science, the Hokkaido Imperial University*, **2**, 1934, p. 129-155.

(2) *Annali di Matematica*, 4e série, **12**, 1933-1934, p. 153-171.

(3) Séance du 8 juillet 1935.

(4) L. Fabry, *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, **4**, 1895, p. 189; P. Bourgeois et J. F. Cox, *Université de Bruxelles, Institut d'Astronomie*, 2e série, no **21**, 1934, p. 35.

passant constamment par celle-ci et tournant sans glisser autour de l'axe Soleil-Terre se calcule aisément; ce plan contient un réseau de courbes isophotes dont la position reste invariable par rapport à l'axe Soleil-Terre; le mouvement relatif de la comète par rapport à ces courbes isophotes donne la probabilité de la découverte d'une comète lorsque l'on définit des conditions de découverte assurée sous l'une des formes suivantes : atteindre une magnitude ε_1 pendant un temps Θ_1, ou une magnitude ε_2 pendant un temps Θ_2, etc; cette probabilité p_i est donnée par le rapport t_i/Θ_i du temps pendant lequel l'objet a l'éclat ε_i au temps que la technique fixe comme le minimum assurant la découverte; on obtient sans difficulté son expression générale.

Nous avons obtenu ainsi la probabilité de la découverte de comètes caractérisées par des systèmes d'éléments géométriques de leurs orbites et par leurs magnitudes globales absolues, et nous avons pu calculer des tableaux de fréquences rendant possible la comparaison de l'observation et de la théorie.

Dans un travail d'ensemble, nous avons effectué cette comparaison; voici les conclusions auxquelles nous sommes parvenus : la répartition des magnitudes globales absolues observées est fort influencée par les circonstances de l'observation; nous obtenons la répartition corrigée et celle-ci semble indiquer un rattachement des comètes à la matière météorique interplanétaire étant donné que le nombre des objets croît, dans la répartition corrigée, avec la magnitude globale absolue; on sait d'autre part que dans l'intervalle accessible à l'observation tout au moins, la répartition des distances périhélies est uniforme (Schiaparelli Holetschek, Vsessviatzki). Sans autre hypothèse que celle d'une répartition uniforme des pôles des plans des orbites des comètes, nous retrouvons la répartition des distances périhélies observée, la corrélation qui existe entre la longitude des périhélies des comètes et la longitude héliocentrique de la Terre [1]; nous montrons que l'ellipsoïde de dispersion des périhélies des comètes connues que nous avons calculé [2] doit être considéré comme une expression de l'influence des circonstances d'observation sur la découverte des comètes possédant différentes distances périhélies.

L'ellipsoïde de fréquences des directions des périhélies, calculé par

---

(1) HOLETSCHEK, *Sitzungsberichte Akad. Wien Mathem. Naturw. Cl.*, 99, 1890, p. 654.

(2) P. BOURGEOIS et J. F. COX, *Bulletin astronomique*, 8, 1934, n° 5, p. 271-304.

Oppenheim [1], était resté sans interprétation en accord avec l'ensemble de nos connaissances. En redressant la répartition d'Oppenheim pour tenir compte des circonstances de l'observation, nous obtenons une répartition des fréquences indiquant une répartition nettement privilégiée dans une direction située dans le plan de la Galaxie, faisant un angle sensiblement égal à 90° avec la direction du centre de la Galaxie. Cette remarque concilie la théorie de la capture des comètes par le système solaire (ou de l'origine galactique de la matière cométaire et météorique) avec la constatation du fait que les périhélies se répartissent selon des directions privilégiées opposées de 180° quand on attribue le mouvement relatif à la rotation différentielle de la Galaxie. On calcule facilement [2] qu'une vitesse d'entrée dans la sphère d'activité du Soleil (à 78780 unités astronomiques de celui-ci, par exemple) inférieure à 0,15 km/sec donne lieu aux orbites paraboliques que nous connaissons. M. Eddington établit que la matière interstellaire participe au mouvement de la Galaxie; il ne sous-entend pas qu'une dispersion de l'ordre du 0,1 km/sec ne se rencontre dans les vitesses des objets célestes, et nos résultats ne présentent donc aucune contradiction avec les conclusions du professeur de Cambridge.

La capture de comètes dans les conditions qui viennent d'être envisagées doit permettre, semble-t-il, d'expliquer la relation statistique qui existe entre l'excentricité et l'inclinaison de l'orbite par la position relative des plans galactique et écliptique par rapport aux vitesses d'entrée des comètes dans la sphère d'activité du Soleil.

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *Sur une méthode d'évaluation de l'absorption dans les nébuleuses galactiques.* Note de M. **Basile Fessenkoff**, présentée par M. Ernest Esclangon.

1. La méthode ordinaire utilisée pour déterminer l'absorption dans les nébuleuses galactiques obscures est basée sur le nombre d'étoiles qu'on peut compter dans la direction de la nébuleuse considérée. La comparaison des courbes d'accroissement du nombre d'étoiles dans un champ normal supposé libre de matière absorbante et dans celui qui en est affecté donne une certaine possibilité d'apprécier la distance de la nébuleuse et son

---

(1) S. Oppenheim, *Festchrift für H. von Seeliger*, Berlin, 1924, p. 131-143.

(2) A. C. D. Crommelin, *The Observatory*, 58, 1935, p. 87.

pouvoir absorbant. Il est à noter pourtant que cette méthode ne peut pas évidemment être appliquée à des petites nébuleuses obscures se présentant en si grand nombre dans la Voie Lactée et se projetant sur le fond d'autant plus uniforme que leurs dimensions sont plus petites. Dans ce cas, l'absorption peut être évaluée d'une façon purement photométrique en mesurant la brillance de la nébuleuse obscure j' et celle du fond galactique j environnant, j et j' étant les brillances vraies, c'est-à-dire libérées de toutes les causes tant atmosphériques que planétaires pouvant influencer les intensités lumineuses observées. En conséquence, pour appliquer la méthode photométrique, on doit, pour chaque valeur donnée du temps et pour chaque point du ciel, déterminer la valeur exacte de la composante terrestre de l'intensité du ciel nocturne et aussi de la composante planétaire.

2. Supposons que la composante terrestre puisse être représentée par le produit de deux fonctions, l'une dépendant des coordonnées sphériques et l'autre dépendant uniquement du temps, c'est-à-dire par l'expression

$$C_0\varphi(z, A) f(t).$$

La première fonction $\varphi(z, A)$ doit être déterminée d'une façon théorique. Imaginons, qu'il existe dans la stratosphère, à une hauteur d'environ 100^{km} par exemple, une couche lumineuse plus ou moins mince. La lumière provenant de cette couche s'absorbe et se diffuse surtout dans la troposphère au voisinage du sol. Quelle que soit la nature de cette couche, il faut supposer, pour être d'accord avec les observations, que sa luminosité n'est pas uniforme, mais augmente considérablement avec la latitude géographique. On peut évidemment adopter la loi linéaire de la variation de cette luminosité pour la partie limitée de la couche qui se trouve au-dessus de l'horizon de l'observateur. En se plaçant à ce point de vue, j'ai déduit l'expression de $\varphi(z, A)$ en unités arbitraires, en posant $\varphi(z, A) = 1$ pour $z = 60^\circ$ et $A = 90^\circ$.

D'autre part la variation de $f(t)$ qui ne dépend pas des coordonnées sphériques peut être déduite, à chaque instant, par les observations de l'intensité lumineuse du ciel nocturne près du pôle céleste où la configuration des étoiles reste toujours la même. Il est donc possible de rapporter la valeur de cette fonction à un instant fixe t_1, en éliminant ainsi les variations irrégulières de l'intensité du ciel nocturne. Par conséquent, pour résoudre complètement le problème il ne reste qu'à déterminer la quantité $C_0 f(t_1)$.

Supposons qu'on observe à l'aide d'un photomètre approprié l'intensité lumineuse d'un nuage galactique brillant et celle de la nébuleuse obscure

voisine et enfin celle du pôle céleste servant toujours de point de repère. Le contraste entre les parties sombres et claires de la Voie Lactée diminue graduellement à mesure qu'on se rapproche de l'horizon. C'est par cette diminution qu'il est possible de déceler la composante terrestre.

Soient

J_n^0, J_1^0 la brillance près du pôle céleste aux instants t_n, t ($z = z_0$, $A = 180°$),
J_n la brillance observée du nuage galactique à l'instant t_n,
j sa brillance en dehors de l'atmosphère,
$k = -Lp$ le coefficient de l'absorption de l'atmosphère terrestre.

On a, pour chaque objet observé à l'instant t, l'expression simple

$$J_n - (J_n^0 - J_1^0)\frac{\varphi(z, A)}{\varphi(z_0, 180°)} = je^{-k\sec z} + C_0 f(t_1)\,\varphi(z, A).$$

On en tire tout d'abord la valeur de k

$$k = -\frac{\sum\left(A_n - \frac{\Sigma A_n}{m}\right)\left(B_n - \frac{\Sigma B_n}{m}\right)}{\sum\left(B_n - \frac{\Sigma B_n}{m}\right)^2},$$

où m est le nombre des couples d'équations se rapportant à des luminosités J_n, J'_n d'un objet brillant et d'un objet obscur observés simultanément et à la même distance zénithale; d'autre part,

$$A_n = \log(J_n - J'_n), \qquad B_n = \sec z_n \log e.$$

Ayant calculé k, on calcule suivant la méthode des moindres carrés la valeur $C_0 f(t_1)$ qui détermine définitivement la composante terrestre.

3. Supposons que les observations soient rapportées à une unité absolue qui peut être comparée ultérieurement avec les étoiles. Choisissons comme unité définitive l'intensité lumineuse équivalente à une étoile de cinquième grandeur par degré carré. En retranchant de la brillance observée près du pôle la composante terrestre qui vient d'être déterminée par la méthode exposée précédemment, on obtient ce qui peut être appelé la composante cosmique de la luminosité nocturne et qui est la somme de l'éclat intégral de toutes les étoiles dans la direction donnée et de la composante planétaire provenant de la matière zodiacale.

La statistique stellaire donne la possibilité de calculer l'éclat intégral des étoiles dans la direction considérée, au moins à une distance angulaire suffisamment grande de la Voie Lactée avec une certitude suffisante. Par

conséquent, la brillance observée du ciel nocturne peut être réellement divisée en trois composantes distinctes : terrestre, planétaire ou zodiacale et stellaire. A titre d'exemple, mentionnons que mes observations photométriques faites à la Station Astronomique Internationale de Kitab ($\varphi = 39°8'$) ont donné au pôle céleste pour la composante terrestre 3,0, pour la composante planétaire 0,36 et, pour la composante stellaire, 0,40. Il est donc possible de se former une représentation de la Voie Lactée avec ses nébuleuses obscures, non seulement en dehors de l'atmosphère, mais aussi en dehors de notre système planétaire. Comme conséquence immédiate, on obtient l'absorption dans les nébuleuses galactiques se projetant sur le fond plus ou moins uniforme de la Voie Lactée.

ASTROPHYSIQUE. — *Le dédoublement de la Nova Herculis* 1934. Note de M. **Fernand Baldet**, présentée par M. Ernest Esclangon.

D'après une observation faite le 4 juillet à l'Observatoire Lick, la Nova Herculis se serait dédoublée, les composantes étant à $0'',2$ de distance apparente.

Les observations que j'ai pu faire récemment à la grande lunette de Meudon (ouverture libre $= 0^m,81$, grossissements 1600 et 2300) ont confirmé le dédoublement. La Nova, dont l'éclat a oscillé, en juillet, entre la 7e et la 8e magnitude, a l'aspect d'une étoile double très serrée. La distance des composantes, estimée par rapport à un fil de $0'',32$ de largeur, était d'environ $0'',25$, dans l'angle de position 140°, le 24 juillet; elles présentaient en éclat une différence de une demi-magnitude. Les bonnes observations ont été faites dans le crépuscule entre 20^h et 20^h30^m T. U. les 23 et 24 juillet, l'astre étant près du zénith et les images relativement calmes. Le dédoublement était très net, les deux composantes, de même couleur, étant séparées par un filet sombre. Aucune trace de nébulosité n'a été soupçonnée. L'observation visuelle à travers des écrans colorés n'a pas apporté d'éléments nouveaux, et celle du spectre à l'oculaire, avec différents prismes, a été gênée par l'agitation de l'image.

Les derniers spectrogrammes que j'ai obtenus à Meudon montrent la Nova dans sa phase nébulaire, et les raies d'émission de l'hydrogène indiquent des vitesses radiales de l'ordre de — 300 km/sec. Le dédoublement observé doit probablement correspondre à la visibilité de ces masses gazeuses. Mais, au lieu d'apparaître, comme dans la majorité des Novæ,

sous forme de nébulosités entourant l'étoile, elles ont l'aspect déjà présenté par la Nova Pictoris 1925 qui devint double puis triple. Il semble donc que l'émission se fasse en certains points privilégiés de l'étoile.

On peut essayer de calculer, à partir de ces observations une parallaxe hypothétique. Si l'on admet que l'expansion des gaz a commencé à l'époque de l'apparition de la Nova, le 13 décembre 1934, et que les éléments aperçus récemments à 0",25 correspondent aux atomes dont les vitesses furent au début les plus considérables, soit de l'ordre de 900 km/sec, on en déduit un éloignement des deux composantes de 120 U. A. et une parallaxe hypothétique de 0",002 correspondant à une distance de 1600 années-lumière. La Nova ayant atteint la magnitude +1,5 le 22 décembre, sa magnitude absolue aurait été alors de —7,0. Quoique ces nombres soient en accord avec les valeurs moyennes données par les autres Novæ galactiques, il convient de ne les accueillir qu'à titre de première indication, l'hypothèse de l'expansion nébulaire à la vitesse constante de 900 km/sec restant à vérifier.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Étude de la corrosion intercristalline par la méthode de la diffusion lumineuse.* Note [1] de M. **François Canac**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons considéré [2] le cas où le corps corrodé était homogène et isotrope. Les irrégularités de la surface étaient alors en moyenne sphériques.

Nous allons considérer ici le cas où le corps est formé d'éléments inégalement attaqués. Ce sera par exemple le cas d'un alliage constitué par de petits cristallites d'un premier élément assemblés par un deuxième. Si l'élément qui joue le rôle de ciment est attaqué en premier lieu il apparaîtra alors sur la surface des sillons plus ou moins larges et profonds.

Pour mettre en évidence et suivre ce phénomène, la méthode consistera encore à éclairer la surface intéressée sous des angles différents et à déterminer pour chacun d'eux la répartition de la lumière diffusée. Les familles de courbes ainsi obtenues sont nettement différentes des précédentes.

Les fentes considérées se comporteront en moyenne comme des fentes

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.

(2) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1117.

circulaires de largeur constante et de profondeur croissante avec le temps.

On peut considérer deux phases dans la corrosion :

1° corrosion superficielle limitée aux pourtours de la fente du temps θ au temps t_1 ;

2° corrosion en profondeur suivant la fente à partir de t_1. Au temps t la profondeur est $h = \varphi(t - t_1)$.

Premier cas. — Rayon incident et rayon diffusé de part et d'autre de la normale. La diffusion va en croissant du temps O au temps t_1 suivant une

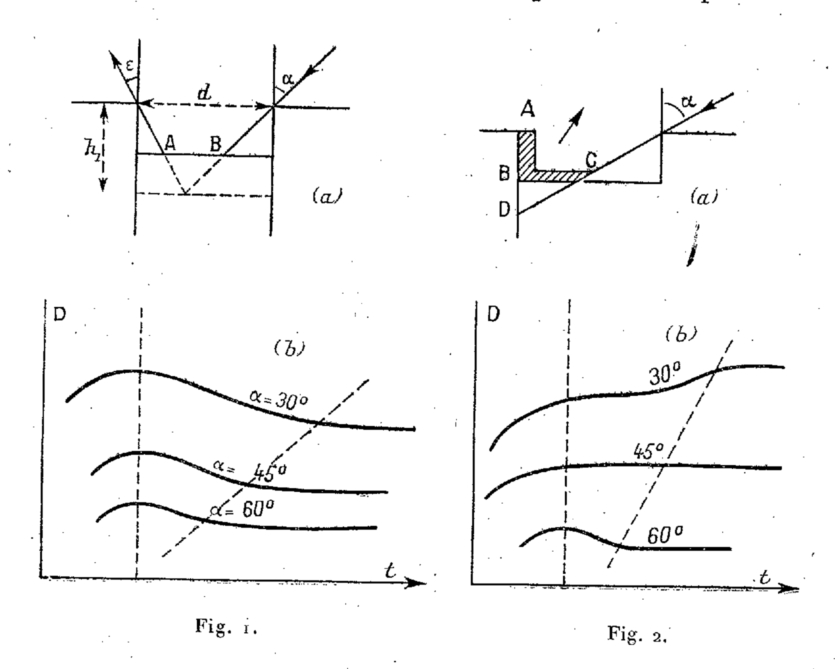


Fig. 1. Fig. 2.

des deux lois établies précédemment (¹). Ensuite elle décroît et est proportionnelle à la surface AB susceptible de renvoyer la lumière (*fig.* 1*a*). Elle atteint un minimum au temps t_2 et devient constante pour la profondeur h_1 telle que :

$$h_1 \tan\varepsilon + h_1 \tan\alpha = d,$$

d'où

$$t_2 = t_1 + \frac{d}{\varphi} \frac{1}{\tan\varepsilon + \tan\alpha}.$$

Dans ce cas le palier *est atteint d'autant plus vite que l'angle* α *est grand*. Les types de famille de courbe de diffusion en fonction du temps sont

(¹) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 51.

données par la figure 1 *b*. Elles sont obtenues de façon très exacte pour un certain nombre d'alliages (ferrite au chrome attaqué par un mélange d'acides chlorhydrique et azotique, duralumin attaqué par un mélange de soude et d'eau oxygénée, etc.).

Les maxima sont atteints en même temps quel que soit l'angle d'éclairement. Les minima ne sont pas nuls étant donné que la partie plane de la surface initiale peut diffuser et que la fente, après diverses réflexions intérieures, peut renvoyer encore un peu de lumière.

Second cas. — Rayon incident et rayon diffusé du même côté de la normale. Supposons d'abord que le fond et les parois de la fente puissent renvoyer de la lumière (*fig.* 2 *a*), comme précédemment la diffusion, augmentera dans une première phase quel que soit l'angle d'incidence, puis, elle restera constante si $\alpha = 45°$, augmentera si $\alpha < 45°$ et diminuera si $\alpha > 45°$ (*fig.* 2 *b*).

La déviation au palier sera proportionnelle à

$$AD = d \cot g \alpha.$$

Supposons maintenant que seul le fond BC de la fente renvoie la lumière, la diffusion durant le creusement ira toujours en diminuant, et la famille de courbes de diffusion sera du type de la figure 1 *b*.

En résumé, la corrosion par fente sera caractérisée par des familles de courbe de diffusion présentant :

1° un maximum au début au même instant quel que soit l'angle d'incidence;

2° un palier atteint d'autant plus tard que l'angle d'incidence est petit;

3° un palier obtenu au bout du temps $t = A + B/(\tan g \varepsilon + \tan g \alpha)$, si le rayon incident et le rayon diffusé sont de part et d'autre de la normale;

4° des valeurs de seuil proportionnelles à $\cot g \alpha$, si les parois de la fente diffusent et si les rayons incidents et diffusés sont du même côté de la normale.

Ces caractères ont été reconnus à de nombreuses surfaces d'alliages soumis à la corrosion et présentant, du fait de la présence des fentes, des diminutions importantes des qualités mécaniques.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur la tension interfaciale entre deux liquides.* Note de M. **D. G. Dervichian**, présentée par M. Jean Perrin.

Soient γ_A et γ_B les tensions superficielles respectives de deux liquides purs A et B que nous superposons. Au contact de A et B est localisée une énergie libre interfaciale, appelée tension interfaciale γ_{AB}, que l'on peut mesurer et qui se définit par la relation $W_{AB} + \gamma_{AB} = \gamma_A + \gamma_B$. W_{AB} est le travail nécessaire par centimètre carré pour séparer isothermiquement les deux liquides suivant leur surface de contact. Ce travail, augmenté de l'énergie interfaciale γ_{AB}, se retrouve entièrement dans les énergies libres apparaissant sur les deux nouvelles surfaces formées : γ_A sur A et γ_B sur B.

Alors que dans le cas d'un seul liquide, nous avons défini (¹) la tension superficielle γ, telle que le travail d'arrachement $W = 2\gamma$, ici le travail $W_{AB} = \gamma_A + \gamma_B - \gamma_{AB}$ (Dupré).

Supposons que le liquide B ait la tension superficielle la plus faible, en d'autres termes (²), que les *liaisons* qui jouent entre molécules au moment de l'arrachement soient plus fortes entre molécules de A (eau par exemple) qu'entre celles de B (huile). Désignons par les symboles (A) et (B) ces liaisons de *cohésion*, et par (AB) la liaison *d'affinité* intervenant entre molécules A et B placées de part et d'autre de la surface de contact.

Premier cas : (AB) > (B). La liaison entre molécules A et B étant plus forte que celle qui existe dans B, le clivage, au moment de l'arrachement, se produit, non pas à la surface de séparation mais dans B, c'est-à-dire au-dessus de la première assise de molécules d'huile, laissant sur l'eau une couche monomoléculaire du corps B (²). Mais alors que l'une des surfaces formées a pour tension superficielle γ_B, l'autre accuse un abaissement p (pression superficielle) par suite de la présence de la couche saturée. Nous désignerons par $\gamma'_A = \gamma_A - p$ sa tension superficielle effective. Si B est partiellement soluble dans A, la tension superficielle de A est pareillement modifiée et c'est la couche d'adsorption de Gibbs qui joue le rôle de la pellicule monomoléculaire. De toute façon, nous devons remplacer γ_A par γ'_A dans la relation de Dupré : $W_{AB} = \gamma'_A + \gamma_B - \gamma_{AB}$. Mais le clivage se produisant dans l'huile, le travail d'arrachement est identique à celui que nécessite la séparation d'un même liquide, soit : $W_{AB} = W_B = 2\gamma_B$.

(¹) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 130.

(²) (AB) > (B) et (A) > (B) impliquent que B est extensible sur A (Harkins).

Nous trouvons donc $\gamma_{AB} = \gamma'_A - \gamma_B$, relation d'Antonoff établie expérimentalement pour le cas de deux liquides *miscibles* et qui s'étend donc au cas des substances non miscibles, si l'on prend la précaution d'y introduire γ'_A et non γ_A. C'est par suite de cette erreur que plusieurs auteurs ont cru mettre en défaut la règle d'Antonoff.

Exemple : acide oléique/eau : $\gamma_B = 31$; $\gamma'_A = 73 - 30 = 43$; γ_{AB} (expérimental) $= 12,2$; $\gamma'_A - \gamma_B = 43 - 31 = 12$, alors que $\gamma_A - \gamma_B = 73 - 31 = 42$.

Deuxième cas : $(B) < (AB)$. — Les deux liquides ne sont donc certainement pas miscibles et, de plus, B ne peut s'étaler sur A. La rupture se produit suivant (AB), et comme $W_{AB} < W_B$; $\gamma_{AB} > \gamma_A - \gamma_B$. C'est le seul cas où la règle d'Antonoff ne s'applique pas.

Exemple : une huile de paraffine/eau : $\gamma_A = 73$; $\gamma_B = 32$; γ_{AB}(exp.) $= 45,7 > 73 - 32$.

Revenons au premier cas, le plus intéressant. On peut amener (AB) à être plus fort que (B) en introduisant dans A et B des substances susceptibles d'accroître leur affinité réciproque ($NaOH$ dissout dans l'eau, acide gras dans l'huile de paraffine). On constate que γ_{AB} décroît jusqu'à s'annuler au fur et à mesure que l'on alcalinise l'eau. C'est l'effet étudié par Donnan. Mais puisque $\gamma_{AB} = \gamma'_A - \gamma_B$, et que γ_B ne varie pas, il faut que γ'_A décroisse également. Effectivement les couches monomoléculaires formées sur l'eau donnent un abaissement de la tension superficielle plus grand, lorsque l'eau est alcaline ; on sait aussi que les solutions de savons ont des tensions superficielles très faibles. Bien plus, des résultats que j'ai obtenus avec l'appareil enregistreur des tensions superficielles [1], il ressort, qu'à partir d'un certain taux de $NaOH$ dissout dans l'eau, la tension superficielle peut même s'annuler, lorsque l'on comprime jusqu'à la saturation des films d'acides gras *solides*. De $\gamma'_A = 0$, il découle $\gamma_{AB} = -\gamma_B$. Des tensions interfaciales négatives n'ont pas de sens dans le cas de deux liquides (puisque $\gamma_{AB} = 0$ correspond déjà à la miscibilité complète), mais peuvent se concevoir dans des couches *solides*, lesquelles, de ce fait, possèdent une certaine résistance à la déformation.

---

(1) *Journ. de Phys.*, 7e série, 6, 1935, p. 221.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelles expériences sur le changement magnétique de la constante diélectrique des liquides.* Note de MM. **Arcadius Piekara** et **Maurice Schérer**, transmise par M. Aimé Cotton.

L'effet du champ magnétique sur la constante diélectrique des liquides, signalé par nous l'année dernière (¹), a été étudié avec le Grand Électro-aimant de Bellevue en fonction des facteurs suivants : 1° l'intensité du champ magnétique; 2° la longueur d'onde et 3° l'angle entre les deux champs électrique et magnétique. Cette étude nous a paru nécessaire pour éprouver les théories proposées (²).

Dans l'examen des questions 2 et 3, nous avons rencontré des difficultés : le champ magnétique de fuite influe sur les lampes des circuits émetteur et récepteur; par suite de cette influence les dimensions du circuit récepteur ont dû être choisies assez grandes, ce qui est défavorable à l'emploi des courtes longueurs d'onde; enfin nous avons été gênés par le voisinage de machines en marche. Tous ces inconvénients sont d'autant plus marqués que l'effet mesuré est plus faible.

En plus des précautions déjà prises (*loc. cit.*), nous nous sommes assurés que différents facteurs accidentels n'ont aucune influence sur l'effet observé (par exemple, durant une mesure la température restait constante à 0°,02 près; le niveau du liquide se trouvait loin de la plaque intérieure du condensateur et ne se déformait pas, etc.). L'erreur commise sur la variation $\Delta\varepsilon$ de la constante diélectrique est de 5 à 10 pour 100 dans les champs les plus élevés.

1° *Variation avec l'intensité du champ magnétique.* — Cette question a été examinée pour les liquides suivants : nitrobenzène, chloroforme, tétrachlorure de carbone, sulfure de carbone, benzène, toluène, iso-octane. Les résultats sont représentés par les courbes ci-après.

Ils peuvent se mettre sous la forme

$$\Delta\varepsilon = AH^2 + BH^4,$$

prévue par la théorie de l'un de nous (³). Les coefficients A et B sont caractéristiques des divers liquides. Le benzène et le nitrobenzène représentent les cas extrêmes : pour le benzène, on a $A = 0$ et $B = 3.10^{-22}$

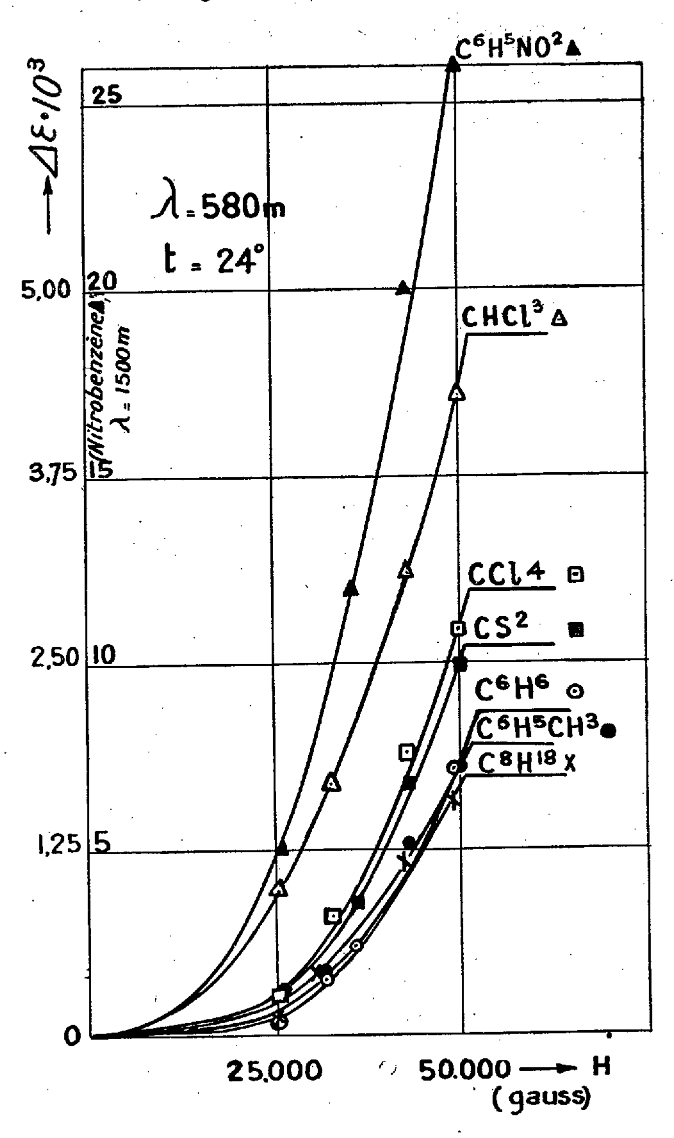
(¹) A. Piekara et M. Schérer, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 840. Dans cette Note : page 840, ligne 21, *lire* épaisseur du condensateur 4^{mm}; page 841, ligne 18, *lire* Quinoléine : $\Delta\varepsilon = 12.10^{-3}$; ligne 19, *lire* Nitrobenzène : $\Delta\varepsilon = 25.10^{-3}$.

(²) A. Cotton, *Zeeman Verhandelingen*, 1935, p. 102; A. Piekara, *Acta Physica Polonica*, 4, 1935, p. 73 et 163.

(³) A. Piekara, *loc. cit.*

(H en gauss); pour le nitrobenzène, on trouve $A = 10^{-11}$ et B presque nul. A titre d'exemple, indiquons que pour CS^2 on a $A = 5.10^{-13}$ et $B = 2.10^{-22}$.

2° *Variation avec la longueur d'onde.* — Nous avons trouvé sur deux



liquides, benzène et chloroforme, que l'accroissement de la constante diélectrique sous l'action d'un champ de 50 kgauss restait, dans les limites des erreurs, indépendante de la longueur d'onde lorsque celle-ci variait entre 500^m et 1500^m.

3° *Influence de l'angle entre les deux champs.* — Dans l'entrefer de 112^{mm}, c'est-à-dire pour un champ de 26 kgauss, nous avons pu changer l'angle entre les champs électrique et magnétique. L'effet étant alors très faible, nous avons seulement constaté, que pour les champs parallèles et croisés le changement de la constante diélectrique garde le même signe (positif) et le même ordre de grandeur pour C^6H^6, $C^6H^5NO^2$, CS^2 et $CHCl^3$ (avec le benzène nous avons observé un effet environ deux fois plus grand pour les champs croisés).

Les résultats ci-dessus s'accordent bien avec la théorie basée sur l'hypothèse de la déformation moléculaire (*loc. cit.*). Ils ne peuvent être expliqués par l'orientation moléculaire seule, comme cela a été déjà indiqué.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Absence de radioactivité β naturelle du glucinium.* Note de M. E. **Friedlander**, présentée par M. Jean Perrin.

Au cours de ces dernières années, on a émis à plusieurs reprises l'hypothèse d'une radioactivité spontanée du glucinium. Cette hypothèse s'appuyait principalement sur les résultats de Bainbridge [1] avec la masse de $9{,}0155 \pm 0{,}0006$. Certains auteurs ont cherché sans succès à constater la présence d'un rayonnement α.

D'après les valeurs des masses atomiques admises encore récemment, on pouvait également envisager la réaction

$$^{9}_{4}\mathrm{Be} \rightarrow 2\,^{4}_{2}\mathrm{H} + ^{1}_{1}\mathrm{H} + \varepsilon^{-}$$

qui aurait dû être possible quelle que soit la masse du neutron. D'après cette formule, on pourrait donc s'attendre à une radioactivité naturelle β que nous avons cru utile de rechercher.

En fait, tous les sels de glucinium que l'on trouve habituellement dans le commerce possédent une radioactivité assez grande, mais pouvant être due à des impuretés radioactives. Il fallait donc étudier des produits soigneusement purifiés.

Nous avons purifié l'hydroxyde de glucinium, comme me l'avait indiqué M. F. Joliot, de la façon suivante :

25^{g} $Be(OH)^2$ étaient dissous dans 100^{cm^3} d'acide acétique concentré, et après double évaporation d'acide en excès, filtré à chaud. Le produit

---

(1) K. T. Bainbridge, *Phys. Rev.*, 43, 1933, p. 367.

refroidi, constitué par des cristaux blancs, a été dissous dans du chloroforme, et après filtration, évaporé au bain-marie jusqu'à siccité. Nous avions alors un mélange d'acétates basiques de glucinium.

Les mesures de radioactivité ont été effectuées au moyen de compteurs du type Geiger-Muller par la méthode à amplificateurs. L'enregistrement du nombre de chocs se fait au moyen d'un thyratron et d'un compteur téléphonique. Les compteurs Geiger-Muller utilisés étaient à tubes en aluminium de $2/10^{mm}$ et de $4/10^{mm}$ et à fil de tungstène de $5/100^{mm}$.

Le produit à étudier était ensaché dans une enveloppe de cellophane de façon à pouvoir entourer le tube compteur. Les mesures ont été faites systématiquement avec ou sans produit, de façon à pouvoir déduire les chocs dus au rayonnement cosmique.

L'hydroxyde et le carbonate de glucinium (produits de Rhône-Poulenc) et le métal (produit de Siemens 98 pour 100) donnent des rayonnements assez intenses, qui sont, dans le tableau suivant rapportés à 10^g :

	Hydroxyde.	Carbonate.	Métal.	Effet naturel.
Nombre de chocs mesurés par 60 minutes.	1740	1619	1386	1182
	1771	1602	1405	1201
Rapporté à 1 minute....	$29,2 \pm 0,5$	$26,8 \pm 0,5$	$23,2 \pm 0,4$	$19,8 \pm 0,4$

En ce qui concerne l'acétate de glucinium purifié, les mesures de radioactivité ne nous ont donné aucun rayonnement spontané appréciable :

	Acétate pur.	Effet naturel.
Nombre de chocs pour 30 minutes.....	582	591
	564	606
Rapporté à 1 minute.................	$19,1 \pm 0,5$	$19,9 \pm 0,5$

Un échantillon de métal de Siemens purifié autrement s'est de même révélé inactif et on peut dire que les produits purs ne donnent aucune radioactivité β ou γ. Pour comparer nous avons étudié l'activité de 10^g de KCl, elle est 10 fois plus grande que celle des produits avant la purification [1].

---

(1) Nous pensons que l'activité manifestée par les sels impurs est une activité β, étant donné qu'elle est, dans de larges limites indépendante de l'épaisseur sous laquelle la matière est déposée, elle se manifeste d'ailleurs d'une façon très sensible, déjà pour 10^g de substance. Cette activité observable avec des tubes d'aluminium jusqu'à $4,5/10^e$ de millimètre correspond à une énergie supérieure à 1 million d'électron-volts, et est vraisemblablement provoquée par du thorium C″ ou du mésothorium.

Ces résultats qui confirment la stabilité de l'atome de glucinium concordent avec les plus récentes mesures de Aston [1] sur les masses des noyaux légers, et avec les expériences de transmutation artificielle [[2], [3]], qui indiquent pour l'atome de glucinium une énergie de liaison de l'ordre de un million d'électron-volts.

PHYSICOCHIMIE. — *Variation d'indice d'un verre non recuit en fonction du temps*. Note [4] de Mlle **Niuta Klein**, présentée par M. Charles Fabry.

Résultats expérimentaux. — L'étude a été faite sur un plateau d'un borosilicate-crown de 120mm de diamètre et de 30mm d'épaisseur. Cet échantillon a été porté à 600° puis refroidi très rapidement. Après refroidissement on a mesuré l'indice en plusieurs points de sa surface; comme la vitesse de refroidissement n'était pas uniforme, l'indice varie beaucoup d'un point à un autre.

On a laissé ensuite le plateau à la température ordinaire sans lui appliquer aucun traitement thermique; et on a repris les mesures d'indices aux mêmes points de la surface après 3,5 mois, puis après 12,5 mois.

Les résultats montrent que :

1° l'indice varie avec le temps malgré l'absence de tout traitement thermique;

2° cette variation est maxima aux endroits où l'indice initial a été le plus petit et inversement.

On construit aisément les courbes de variation d'indice en chaque point.

Construction de la courbe de variation d'indice en fonction du temps. — Les courbes de variation d'indice obtenues directement comme on vient de l'expliquer ne portent forcément que sur un intervalle de temps très restreint. On peut profiter du fait que l'indice initial est variable le long de la surface pour augmenter considérablement cet intervalle.

Soit n_1 l'indice en un point au temps t_0; au temps t l'indice au même point devient $n_1 + \Delta n_1$.

---

(1) F. W. Aston, *Nature*, 135, 1935, p. 541.

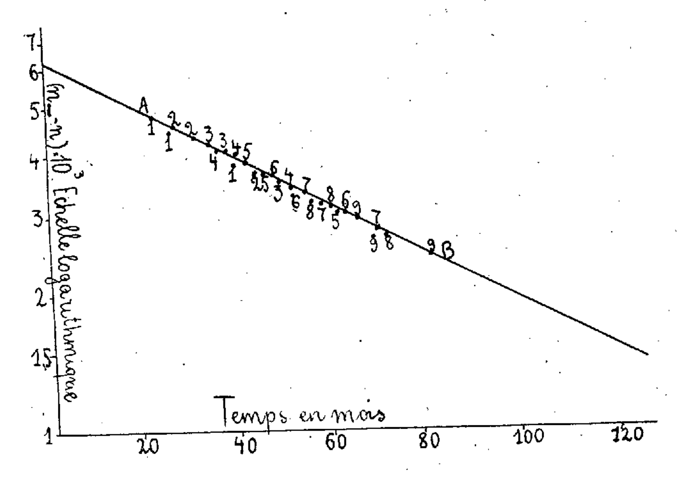
(2) Fermis et autres, *Proc. Roy. Soc.*, A. 146, 1934, p. 483; A. 149, 1935, p. 522.

(3) Szilard et Chalmers, *Nature*, 134, 1934, p. 494.

(4) Séance du 16 juillet 1935.

Prenons un point voisin dont l'indice au temps t_0 a une valeur n_2, telle que $n_1 + \Delta n_1 > n_2 > n_1$. Au temps t, n_2 devient $n_2 + \Delta n_2$. On constate que $\Delta n_1 > \Delta n_2$, mais $n_2 + \Delta n_2 > n_1 + \Delta n_1$.

Les courbes de variation d'indice relatives à ces deux points ont donc toutes les deux une partie correspondante à l'intervalle n_2 et $n_1 + \Delta n_1$. On constate que ces parties se superposent par une translation parallèle à l'axe du temps, ceci quelles que soient les valeurs n_1 et n_2. Ceci indique



De A à B, partie expérimentale.

Pour la clarté du dessin, on a représenté 27 points sur 150 mesurés. On voit qu'ils se placent bien sur une droite. Les points marqués d'un même chiffre sont relatifs à un même endroit de la surface de l'échantillon. Il est à remarquer que l'on peut déterminer empiriquement tous les coefficients de l'équation $n = n_\infty - Ae^{-Bt}$ en partant des valeurs n et t données par expérience et en connaissant n_0 seulement. Les valeurs de n_∞, A et B ainsi trouvées concordent avec n_∞ obtenu par la méthode de Lebedeff (²) et A et B précédemment déterminées.

que ces différentes courbes représentent des arcs d'une même courbe générale, autrement dit que la variation d'indice suit partout la même loi. En effectuant la translation des courbes partielles qui amènent en coïncidence les parties d'ordonnée commune, on obtient une courbe générale relative à un grand intervalle de temps. J'ai déterminé empiriquement l'équation (¹) de cette courbe, en exprimant t en mois.

$$(1) \qquad n = n_\infty - Ae^{-Bt}, \quad \text{avec} \quad A = 6,2 \cdot 10^{-3}, \quad B = 1,17 \cdot 10^{-2},$$

n_∞ étant la valeur de n pour $t = \infty$.

(¹) Il n'est pas possible d'appliquer ce procédé à chacune des courbes partielles qui ne sont déterminées que par trois points chacune, c'est ce qui est très insuffisant.

La figure ci-dessus représente la droite

$$\log(n_\infty - n) = \log A - B \log_e t, \qquad (2)$$

son tracé nécessite la connaissance de n_∞ et celle de $n_0 = n_{min}$ pour fixer la valeur de $n_\infty - n_0$ pour $t = 0$.

L'étude complète de l'indice en fonction de recuit pour ce borosilicate-crown ayant été faite auparavant par le méthode de Lebedeff ([1]), on a trouvé

$$n_{min} = 1,51369, \qquad n_\infty = 1,51989.$$

La transformation est à moitié affectuée en 5 ans environ.

La valeur n_∞ est atteinte à 10^{-5} près en 50 ans environ.

Interprétation. — L'hypothèse qui nous a servi pour construire la courbe $n = n_\infty - Ae^{-\beta t}$ peut s'interpréter physiquement. Puisque la loi de variation de l'indice en fonction du temps est la même pour tous les points de la surface, c'est que la valeur n'' de l'indice au temps t'' ne dépend dans les conditions de l'expérience que de sa valeur initiale n' au temps t'. Autrement dit la vitesse de transformation ne dépend que de la position du verre sur la courbe de Lebedeff (*loc. cit.*).

Ceci semble indiquer que la variation d'indice avec le temps est due à la transformation de la variété β en variété α du verre, transformation qui n'a pas eu le temps de s'effectuer lors de refroidissement rapide. Cette supposition est d'autant plus plausible que la courbe d'indice est une exponentielle. On obtiendrait donc comme loi de transformation des molécules β en α une loi analogue à celle de transformation des corps radioactifs (toutefois pour une température constante), conclusion très plausible pour un phénomène moléculaire de ce genre.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le système iodure de bismuth, iodure d'ammonium et eau.* ([2]) Note de Mlle **Marie-Louise Delwaulle**.

Deux iodures doubles de bismuth et d'ammonium ont déjà été signalés : BiI^3, NH^4I, H^2O par Nicklès ([3]), BiI^3, $4NH^4I$, $3H^2O$ par Linau ([4]).

([1]) *Revue d'Optique*, 5, 1926, p. 1.

([2]) Séance du 1er juillet 1935.

([3]) *Comptes rendus*, 50, 1860, p. 872.

([4]) *Pogg. Ann.*, 111, 1860, p. 242.

J'ai cherché si l'étude du système formé par l'eau et les deux iodures, par la méthode des solubilités à température constante, faisait retrouver ces composés et si elle permettait d'en avoir d'autres.

La composition des sels doubles obtenus a été déterminée par la méthode des restes de Schreinemackers. J'ai pu en outre faire l'analyse directe des cristaux de deux d'entre eux.

J'ai opéré aux trois températures 11°, 35°, 50°. La variation de la température dans ces limites ne modifie pas l'allure générale des courbes de solubilité, ni la nature des produits obtenus.

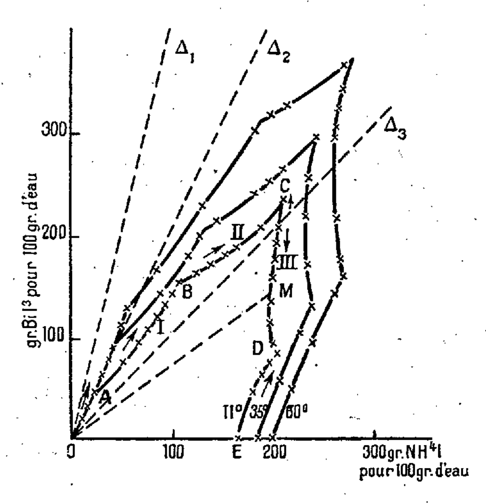


Fig. 1.

Les trois courbes présentent cinq branches :

La branche OA correspond au dépôt d'iodure de bismuth. Elle s'allonge simplement quand la température croît.

La branche AB (I) correspond au dépôt du sel double BiI^3, NH^4I, $2H^2O$ comme l'indique la figure 2.

La branche BC (II) correspond à un second sel double auquel la méthode des restes et l'analyse directe font attribuer la formule BiI^3, $2NH^4I$, $2H^2O$.

La branche CD (III) correspond à un troisième sel double, dont la composition déterminée par les deux procédés est BiI^3, $4NH^4I$, $3H^2O$.

La branche DE correspond au dépôt d'iodure d'ammonium.

J'ai tracé (*fig.* 1) les droites ayant pour coefficient angulaire les rapports de l'iodure de bismuth à l'iodure d'ammonium dans les sels doubles

obtenus. Elles permettent de déterminer le sens dans lequel on décrit la courbe par évaporation à température constante : M étant sur la branche de dépôt du sel S_n le coefficient angulaire de OM croîtra s'il est supérieur à celui de Δ_n et décroîtra dans le cas contraire.

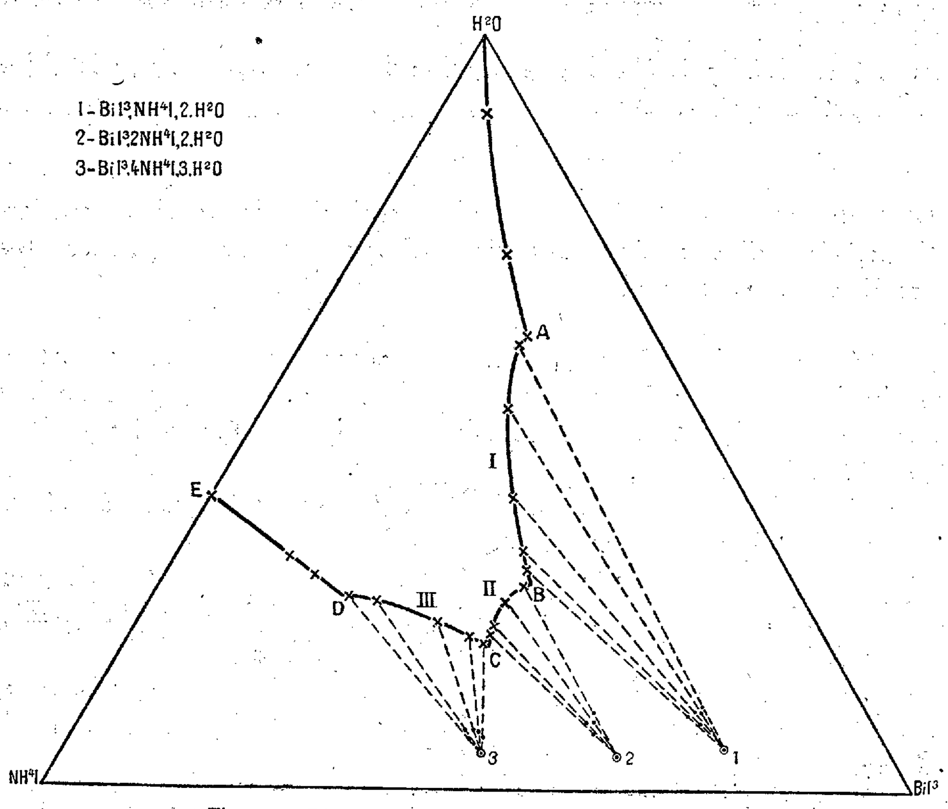


Fig. 2. — Diagramme relatif à 100g de mélange (à 14°).

Le sens de parcours sur chacune des branches est constant sauf pour la branche III coupée par la droite Δ_3.

L'évaporation des solutions représentées par les points de l'angle (Oy, Δ_3) conduit toujours au point C où se déposent les sels doubles 2 et 3.

L'évaporation des solutions de l'angle (Δ_3, Ox) amènent toujours en D où se dépose un mélange du sel 3 et d'iodure d'ammonium.

Les solutions représentées par Δ_3 donnent uniquement le composé 3.

Le sel double $BiI^3, 4NH^4I, 3H^2O$ est donc soluble dans l'eau et recristallisable de ses solutions comme un sel ordinaire.

En équilibre avec les solutions aqueuses des iodures de bismuth et

d'ammonium aux températures comprises entre 11° et 50°, on obtient donc trois sels doubles :

$BiI^3, NH^4I, 2H^2O$: c'est, à une molécule d'eau près, le sel de Nicklès. Il cristallise dans le système triclinique.

$BiI^3, 2NH^4I, 2H^2O$ n'avait jamais été signalé. Il cristallise dans le système triclinique.

$BiI^3, 4NH^4I, 3H^2O$. C'est le sel double décrit par Linau. Il cristallise dans le système quadratique.

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'existence d'une série d'orthophosphates et d'orthoarséniates d'ammonium*. Note [1] de M. **André de Passillé**, présentée par M. Georges Urbain.

Les défenseurs d'une formule dimère de constitution de l'acide orthophosphorique et de l'acide orthoarsénique ont apporté à l'appui de leur argumentation l'existence de certains sels de la forme $P^2O^8H^5R$, $P^2O^8H^3R^3$, $As^2O^8H^3R^3$.

La préparation de ces sels est d'ailleurs délicate et a été jusqu'à présent restreinte à quelques rares exemples.

Dans une Note précédente sur la dissociation des phosphates d'ammonium [2], j'ai montré qu'il existe un composé intermédiaire $P^2O^8H(NH^4)^5$ entre le phosphate diammonique et le phosphate triammonique.

Une nouvelle étude de cette dissociation et de celle des arséniates d'ammonium m'a permis de mettre en évidence l'existence de toute la série des composés

$$P^2O^8(NH^4)^6,\quad P^2O^8H(NH^4)^5,\quad P^2O^8H^2(NH^4)^4,\quad P^2O^8H^3(NH^4)^3,\quad P^2O^8H^4(NH^4)^2$$

et

$$As^2O^8(NH^4)^6,\quad As^2O^8H(NH^4)^5,\quad As^2O^8H^2(NH^4)^4,$$
$$As^2O^8H^3(NH^4)^3,\quad As^2O^8H^4(NH^4)^2,\quad As^2O^8H^5NH^4.$$

L'étude a été faite sur des échantillons de phosphate triammonique et d'arséniate triammonique anhydres dont la préparation a déjà été indiquée [2], [3].

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.

(2) André de Passillé, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 355.

(3) C. Matignon et A. de Passillé, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 777.

On a progressivement soutiré des échantillons étudiés, des quantités d'ammoniac correspondant au passage d'un composé à l'autre et l'on a dans chaque cas obtenu un nouvel équilibre. L'on obtient ainsi les courbes d'équilibre correspondant aux étapes successives. Les équations de ces différentes courbes sont données par la formule de Nernst

$$\log p = -\frac{Q_0}{4,57\,T} + 1,75 \log T + 3,3,$$

dans laquelle Q_0 prend pour chaque système en équilibre les valeurs indiquées dans le tableau qui suit :

$P^2O^8(NH^4)^6$	$\rightleftharpoons$	$P^2O^8H(NH^4)^5 + NH^3$,	$Q_0 = 11,54$ Cal. K
$P^2O^8H(NH^4)^5$	$\rightleftharpoons$	$P^2O^8H^2(NH^4)^4 + NH^3$,	$Q_0 = 13,65$ »
$P^2O^8H^2(NH^4)^4$	$\rightleftharpoons$	$P^2O^8H^3(NH^4)^3 + NH^3$,	$Q_0 = 16,6$ »
$P^2O^8H^3(NH^4)^3$	$\rightleftharpoons$	$P^2O^8H^4(NH^4)^2 + NH^3$,	$Q_0 = 18,9$ »
$As^2O^8(NH^4)^6$	$\rightleftharpoons$	$As^2O^8H(NH^4)^5 + NH^3$,	$Q_0 = 13,0$ »
$As^2O^8H(NH^4)^5$	$\rightleftharpoons$	$As^2O^8H^2(NH^4)^4 + NH^3$,	$Q_0 = 14,0$ »
$As^2O^8H^2(NH^4)^4$	$\rightleftharpoons$	$As^2O^8H^3(NH^4)^3 + NH^3$,	$Q_0 = 15,6$ »
$As^2O^8H^3(NH^4)^3$	$\rightleftharpoons$	$As^2O^8H^4(NH^4)^2 + NH^3$,	$Q_0 = 16,2$ »
$As^2O^8H^4(NH^4)^2$	$\rightleftharpoons$	$As^2O^8H^5NH^4 + NH^3$,	$Q_0 = 16,7$ »

On remarquera que ces chiffres concordent avec ceux déjà publiés de la dissociation des phosphates d'ammonium (¹) mais que, dans le cas des arséniates (²), on avait considéré que l'équilibre se faisait de l'arséniate triammonique à l'arséniate diammonique et de l'arséniate diammonique à l'arséniate monoammonique.

Je n'ai pu, par cette méthode, démontrer l'existence du composé $P^2O^8H^5NH^4$ et ceci était d'ailleurs à prévoir, si l'on considère que l'équilibre

$$P^2O^8H^4(NH^4)^2 \rightleftharpoons P^2O^8H^5NH^4 + NH^3 \underset{-Q^0}{\rightarrow}$$

donnerait à Q_0 une valeur d'au moins 20^{cal} K, ce qui correspond pour 150° à une tension de moins d'un millimètre.

(¹) ANDRÉ DE PASSILLÉ, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 356.

(²) C. MATIGNON et A. DE PASSILLÉ, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 777.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Théorie de la circulation générale de l'atmosphère. Le champ moyen de température.* Note (¹) MM. **G. Dedebant, Ph. Schereschewsky** et **Ph. Wehrlé**, présentée par M. Robert Bourgeois.

Le succès de notre théorie dans le cas du Soleil (²) nous a incités à l'appliquer à l'athmosphère.

Nous supposons : 1° le régime quasi permanent; 2° le Globe uniforme; 3° le Globe poli; 4° l'absence de mouvements radiaux et méridiens; 5° l'aplatissement du Globe négligeable.

LATITUDES	0°0	10°0	20°0	30°0	40°0	43°1	45°0	50°0	60°0
Valeurs observées brutes en Km.	17.0			16.4		11.4	11.3		
Valeurs observées ajustées O en Km.	17.2	16.4	15.3	14 0	12.3			10.4	8.3
Valeurs calculées C en Km.	17.0	15.8	14.5	13.2*	11.8			10.1	8.1
Ecarts O-C en Km.	+0.2	+0.6	+0.8	+0.8	+0.5			+0.3	+0.2

TABLEAU I. — Hauteur de la tropopause entre 0° et 60°.

La quatrième hypothèse peut surprendre, car l'*alizé* et le *contre-alizé* ont été souvent considérés comme un trait essentiel de la circulation générale. Or ils n'existeraient pas dans les conditions idéales des trois premières hypothèses, car elles déterminent évidemment un champ de pression où les isobares sont des parallèles, donc, en vertu de l'équation du vent du gradient en régime quasi permanent, un champ de mouvement de pure rotation autour de l'axe.

La condition de moindre dissipation par conductibilité (conséquence du maximum de probabilité de la configuration) est :

$$\Delta(L\theta) = 0, \qquad \Delta = \text{Laplacien}. \tag{1}$$

Il n'y a pas lieu de faire intervenir le rayonnement, car en régime quasi permanent, il y a « cascade » d'énergie dissipée des échelles supérieures aux échelles inférieures, depuis l'apport d'énergie extérieure jusqu'au

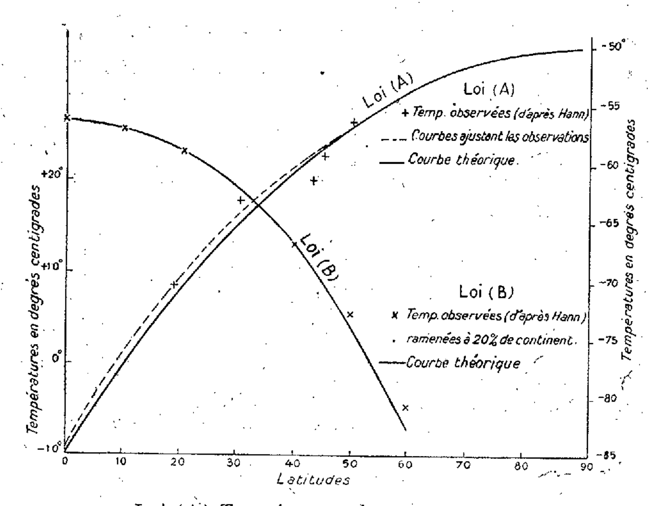
(¹) Séance du 22 juillet 1935.

(²) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1287.

rayonnement, en passant par l'énergie cinétique moléculaire et l'énergie intramoléculaire avec quasi-égalité de ces dissipations aux différentes échelles.

L'équation de Kirchhoff (extension de celle de Fourier aux fluides en mouvement) est toujours compatible avec (1) et apprend seulement que $\partial\theta/\partial t$ est nul au deuxième ordre près.

Comme pour le Soleil, nous nous passons des conditions aux limites, insaisissables dans l'atmosphère, en imposant à la solution de (1) une



Loi (A) Température de la tropopause;
Loi (B) Température au niveau du sol dans l'hémisphère austral.

forme analytique suggérée par les conditions physiques. La forme $f(x)g(z)$ ($x =$ distance à l'axe de rotation, $z =$ distance au plan équatorial) traduisant la symétrie du Soleil ne peut convenir : elle conduit à des gradients horizontaux et verticaux du même ordre, alors que ceux-ci sont prépondérants dans l'atmosphère. La forme $\theta = f(r)g(\varphi)$ s'impose ($r =$ distance au centre, $\varphi =$ latitude).

L'intégrale générale, compte tenu de la petitesse de h (altitude) par rapport à r, est :

$$\text{Log}\,\theta = a - bh + C_1 \,\text{Log}\cos\varphi + C_2 \,\text{Log tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right),$$

$\partial\theta/\partial h$ est indépendant de $\partial\theta/\partial\varphi$ et à peu près constant avec h entre deux surfaces de discontinuité.

Les solutions sont de deux types :

(A) $$\operatorname{Log}\theta = \operatorname{Log}\theta_0 + C_A \operatorname{Log}\left[\cos\varphi \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)\right],$$

(B) $$\operatorname{Log}\theta = \operatorname{Log}\theta_0 + C_B \operatorname{Log}\cos\varphi.$$

(A) reste finie au pôle, mais ne présente pas d'extremum à l'équateur; (B) offre un extremum à l'équation, mais donne le zéro absolu au pôle. (A) représente très bien la variation méridienne dans la stratosphère, mais non dans la troposphère équatoriale, sans doute à cause du gradient forcé entretenu à la surface du globe par la radiation solaire, où par contre (B) est valable jusque vers 60°; au-delà (A′), de même forme que (A), peut convenir. (B) et (A′) doivent se raccorder à (A), c'est la *tropopause*, et, vers 60°, entre elles, c'est le *front polaire*. Pour la première fois dans une théorie, les deux grandes surfaces de discontinuité atmosphériques s'introduisent nécessairement.

Quand on songe combien les conditions réelles, même dans l'hémisphère austral (faible proportion de continents), diffèrent de nos hypothèses idéales, les vérifications suivantes, loi strastophérique (A) de 0° à 90°; loi troposphérique équatoriale (B) de 0° au front polaire; raccordement de (A) et de (B) (hauteur de la tropopause) (1), sont impressionnantes.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Noyaux de condensation et particules en suspension dans l'atmosphère.* Note (2) de Mme **Odette Thellier**, présentée par M. Charles Maurain.

J'ai indiqué (3) l'essentiel du dispositif expérimental que j'utilise pour les mesures électriques (conductibilité électrique de l'air, nombre de petits ions et nombre de gros ions par centimètre cube d'air). J'étudierai ici noyaux de condensation et particules en suspension (poussières) dans l'atmosphère.

Le nombre de noyaux est facilement déterminé au moyen du Pocket Dust-Counter d'Aitken. La mesure du nombre de particules avec le comp-

---

(1) La rareté des observations dans les régions polaires empêche d'étudier (A′) et le raccordement de (A′) et de (B).

(2) Séance du 8 juillet 1935.

(3) O. Thellier, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1124.

teur à jet d'Owens est plus délicate ; on compte ces particules au microscope sur la lamelle où l'on a provoqué leur dépôt, mais leur dénombrement est souvent rendu difficile par des sortes de gouttelettes, disposées en stries, signalées par plusieurs auteurs. J'ai observé ces gouttelettes au cours de mes premiers essais ; elles ne se forment plus depuis que j'utilise des lamelles très soigneusement nettoyées. J'obtiens maintenant des bandes de poussières bien délimitées sur un fond absolument net en lavant les lamelles successivement à l'eau ammoniacale, au mélange sulfo-manganique et à l'eau régale avec d'abondants rinçages à l'eau distillée, puis en les faisant sécher dans un courant d'air filtré sur coton et en les conservant à l'abri de la poussière.

A Paris (4e étage, quartier du Val-de-Grâce), la valeur moyenne du nombre de noyaux au cours d'une année, moyenne qui résulte d'un millier de mesures, est 62500. La valeur moyenne du nombre de particules depuis le mois de février, moyenne d'une centaine d'observations, est 290. Les valeurs maximum et minimum sont respectivement : pour les noyaux, 260000 et 3500 ; pour les particules, 1320 et 10.

J'ai étudié la variation des nombres de noyaux et de particules en fonction de quelques facteurs [1].

Variation diurne :

	8h30m.	10h30m.	15h.	16h30m.	15h.
Noyaux.........	(104) 64000	(92) 70500	(96) 57000	(97) 56500	(51) 70000
Particules.......		(42) 370		(42) 215	

Le minimum, très peu marqué, du nombre de noyaux a lieu dans l'après-midi ; les particules sont donc beaucoup moins nombreuses l'après-midi que le matin.

Variation annuelle :

	Nov. 1934.	Déc. 1934.	Janv. 1935.	Févr. 1935.	Mars 1935.	Mai 1935.	Juin 1935.
Noyaux $\times 10^{-2}$.	(70) 555	(73) 540	(67) 515	(37) 510	(84) 1000	(78) 695	(43) 555
Particules......				(10) 485	(32) 390	(30) 200	(15) 140

Le nombre de particules a donc régulièrement diminué de février à juin ; le nombre de noyaux a subi une grosse augmentation en mars.

Variation avec la température de l'air :

---

(1) Les nombres entre parenthèses indiquent le nombre de mesures dont les résultats ont servi à faire la moyenne.

	$t < 5°$.	$5° < t < 10°$.	$10° < t < 15°$.	$15° < t < 20°$.	$t > 20°$.
Noyaux $\times 10^{-2}$	(49) 530	(99) 555	(107) 585	(48) 715	(48) 465
Particules		(4) 265	(16) 245	(17) 200	(15) 115

Le nombre de particules décroît quand la température augmente; les noyaux semblent être plus nombreux quand la température est comprise entre 15 et 20°.

Visibilité. — La visibilité est notée dans une échelle arbitraire de 0 à 6 :

	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Noyaux $\times 10^{-2}$	(11) 750	(53) 650	(49) 615	(35) 680	(46) 670	(18) 625	(15) 530
Particules		(15) 665	(7) 345	(17) 270	(26) 215	(10) 130	(7) 90

Comme on pouvait s'y attendre il y a donc une relation étroite entre la visibilité et le nombre mesuré de particules. Pour les noyaux de condensation la relation est beaucoup moins nette.

Pluie :

	Avant la pluie.	Après la pluie.
Noyaux $\times 10^{-2}$	(25) 645	(28) 565
Particules	(9) 405	(13) 250

La pluie entraîne les particules, aussi leur nombre diminue très nettement après une pluie; la diminution du nombre de noyaux est beaucoup moins forte.

Le nombre de noyaux de condensation par centimètre cube d'air à Paris ne présente donc guère de variation avec les facteurs étudiés; au contraire le nombre de particules en suspension présente toujours des variations très nettes. Noyaux de condensation d'Aitken et particules en suspension d'Owens se comportent donc d'une manière très différente et ne peuvent être confondus; cette opinion est aussi celle de R. K. Boylan (1) et de E. Kidson (2).

(1) *Proc. Roy. Irish. Acad.*, 37, section A, n° 6, 1926, p. 58.

(2) *Procès-verbaux des séances de la section de Météorologie*, U. G. G. I., 3, 1927, p. 93.

ZOOLOGIE. — *Le vomer, le complexe ethmoïdien et le trajet périphérique des nerfs olfactifs des Téléostéens soléiformes.* Note de M. **Paul Chabanaud**, transmise par M. Maurice Caullery.

Le vomer et le complexe ethmoïdien des Téléostéens soléiformes se différencient de façon particulière, dans chacune des trois familles qui composent ce sous-ordre [1].

I. Achiridæ. — Formes dextres. La tête du vomer n'est que faiblement inclinée sur l'ensis [2]; elle est déviée vers le côté nadiral; sa face orale est orientée nadiro-ventralement. Le mésethmoïde est traversé (ainsi que le pleurethmoïde nadiral) par les ramifications périphériques du nerf ophtalmique superficiel (facial nadiral). Le processus rostral est triangulaire et constitué par le mésethmoïde, flanqué des deux pleurethmoïdes, lesquels circonscrivent les deux foramens olfactifs. Ces deux foramens sont latéro-ventraux, par rapport au mésethmoïde (*fig.* 1).

II. Soleidæ. — Formes dextres. La portion internasale du vomer est surélevée; la tête de l'os est subcylindrique, plus ou moins exactement perpendiculaire à l'ensis; cette tête oriente son axe vers le côté nadiral et subit, en outre, une rotation axiale d'environ 70°, qui amène son côté nadiral presque en position rostrale. Le mésethmoïde n'est pas intéressé par le facial. Par rapport au mésethmoïde, les deux pleurethmoïdes sont situés caudalement; le nadiral se prolonge librement en travers de l'orbite migratrice. Le pleurethmoïde zénithal circonscrit toujours le foramen olfactif, mais il est atrophié et susceptile de disparaître (i. e. : *Aseraggodes*). Trois sous-familles :

Pardachirinæ et *Heteromycterinæ*. — Les pleurethmoïdes circonscrivent les deux foramens olfactifs, qui sont chacun en situation latero-ventrale, par rapport au mésethmoïde (*fig.* 2 et 3).

Soleinæ. — Le mésethmoïde est comprimé à la base de son processus rostral. Dans plusieurs genres, le nerf olfactif nadiral utilise l'espace libre compris entre le mésethmoïde et le processus transversal du pleurethmoïde nadiral. En ce point, le nerf olfactif nadiral des *Zebrias* et des *Austroglossus* devient *dorsal* par rapport au mésethmoïde (*fig.* 4 et 5).

---

(1) P. Chabanaud, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1875; *Bull. Soc. Zool. France*, 59, 1934, p. 275.

(2) Partie longitudinale de l'os, encastrée dans le parasphénoïde.

III. CYNOGLOSSIDÆ. — Formes sénestres. Le vomer n'est pas surélevé; sa tête est courte et à côté zénithal plus long que le côté nadiral; la face orale est ventro-zénithale. Le mésethmoïde est petit, imperforé; son processus

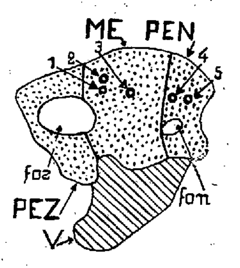


Fig. 1. — *Achirus.* 1, 2, 3, foramens neurophores inhérents au mésethmoïde; 4, 5, foramens neurophores inhérents au pleurethmoïde nadiral.

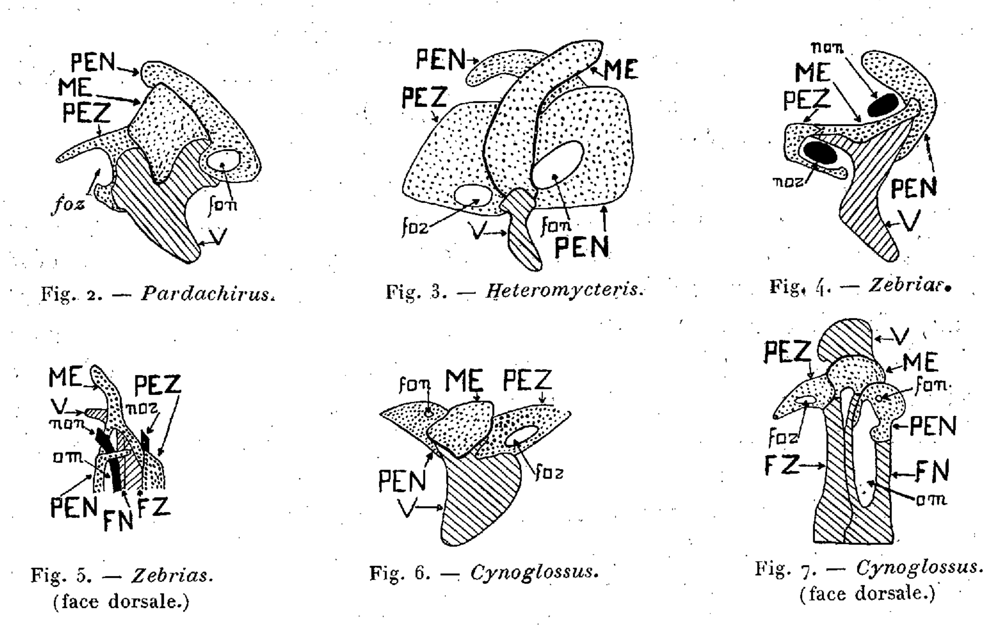


Fig. 2. — *Pardachirus.*

Fig. 3. — *Heteromycteris.*

Fig. 4. — *Zebrias.*

Fig. 5. — *Zebrias.* (face dorsale.)

Fig. 6. — *Cynoglossus.*

Fig. 7. — *Cynoglossus.* (face dorsale.)

FN, frontal nadiral; FZ, frontal zénithal; *fon*, foramen olfactif nadiral; *foz*, foramen olfactif zénithal; FZ, frontal zénithal; ME, mésethmoïde; *non*, nerf olfactif nadiral; *noz*, nerf olfactif zénithal; *om*, orbite migratrice; PEN, pleurethmoïde nadiral; PEZ, pleurethmoïde zénithal; V, vomer. — Vu de face, le processus rostral n'est pas représenté sur les figures 1, 2 et 4.

rostral est une crête transversale. Les deux pleurethmoïdes sont postérieurs au mésethmoïde; ils circonscrivent intégralement les deux foramens olfactifs. Par rapport au mésethmoïde, le nerf olfactif zénithal est latero-ventral; le nerf olfactif nadiral, latero-dorsal (*fig.* 6 et 7).

Entre les *Achiridæ* et les *Soleidæ*, la tête du vomer est orientée au sens contraire, mais sa torsion axiale est concordante : la face orale est toujours ventro-nadirale. Cette torsion résulte de la dissymétrie des pièces mobiles de la bouche. Les deux palatins sont attachés aux deux côtés de la tête du vomer; le palatin nadiral est plus avancé et plus dorsal que le zénithal; ainsi se trouve construit un couple mécanique, générateur de la torsion vomérienne. La tête du vomer des *Cynoglossidæ* n'a guère subi qu'une déviation latérale, par rapport au plan sagittal médian.

La situation dorsale, par rapport au mésethmoïde, du nerf olfactif nadiral, situation relative chez les *Cynoglossidæ*, effective chez certains *Soleinæ*, est la conséquence de l'hypertrophie des parties nadirales du chondrocrâne; le nerf olfactif a suivi la migration oculaire avant la formation du mésethmoïde. Le processus ontogénétique de l'interversion topographique du nerf olfactif nadiral et du mésethmoïde, dans le type *Zebrias*, reste à découvrir.

PHARMACOLOGIE. — *Microdosage des bromures d'éthyle de propyle et d'isopropyle dans les tissus des animaux anesthésiés par ces substances.* Note [1] de MM. **Tiffeneau** et **Broun**, présentée par M. Auguste Béhal.

La détermination des petites quantités de substances anesthésiques qui sont présentes dans le cerveau au cours des diverses phases de l'anesthésie, a déjà préoccupé beaucoup de chercheurs. On conçoit que tout perfectionnement apporté dans cette détermination analytique puisse conduire à des résultats d'une importance capitale, non seulement pour préciser les quantités d'anesthésique existant dans les régions du cerveau qui sont considérées comme responsables des divers phénomènes anesthésiques envisagés, mais aussi pour essayer de résoudre le problème de l'hypo- et de l'hypersensibilité dont depuis plusieurs années nous avons entrepris l'étude expérimentale [2]. Pour ce qui concerne ce dernier problème il est clair que lorsque le fonctionnement d'une cellule normale et d'une cellule hypersensible se trouve suspendu sous l'influence d'un anesthésique, la constatation que cette dernière contient moins de substance anesthésique que la cellule normale, apporterait une preuve décisive de l'hypersensibilité cellulaire. Il

(1) Séance du 22 juillet 1935.

(2) Tiffeneau, *Anesthésie et Analgésie*, 1, 1935, p. 229.

importe donc de posséder des microméthodes sûres permettant de doser les anesthésiques sinon dans les éléments cellulaires eux-mêmes, tout au moins dans des fractions d'organes aussi petites que possible.

Nous avons choisi à cet effet le bromure d'éthyle qui présente le double avantage, d'une part, de pouvoir par sa volatilité être extrait en nature des tissus qui le contiennent, d'autre part de permettre une libération relativement facile de son brome à l'état ionisé, celui-ci étant microdosable colorimétriquement [1] en quantités de l'ordre du γ (millième de milligramme). Nous avons, par la suite et après contrôle préalable, appliqué le même dosage aux bromures de propyle et d'isopropyle et nous rapportons ici les résultats préliminaires que nous avons obtenus avec ces trois substances dont nous avons dosé la teneur dans le cerveau des animaux (souris) anesthésiés avec chacune d'elles.

1° *Bromure d'éthyle.* — Le temps de production de l'anesthésie varie avec la concentration de l'air inspiré : 30 à 60 secondes pour les mélanges contenant plus de 6 pour 100 en volume ; 2 à 3 minutes pour ceux à 4,5 pour 100 et 3 à 7 minutes pour ceux à 3 pour 100.

Les teneurs moyennes du sang et du cerveau total par gramme de tissu frais varient suivant la marche de l'anesthésie ; pour les anesthésies rapides : sang, 336^{γ} ; cerveau, 180^{γ} ; pour les anesthésies progressives : sang, 165^{γ} ; cerveau, 183^{γ}. L'arrêt respiratoire se produit pour les teneurs du sang supérieures à 400^{γ} par gramme et l'on trouve dans ce cas dans le cervelet et dans la base de l'encéphale des quantités atteignant ou dépassant 330^{γ} par gramme. L'hémisphère droit (219^{γ}) fixe généralement (moyenne de 10 essais) plus que la gauche (194^{γ}) ; la partie postérieure (196^{γ}) fixe également plus que la partie antérieure (83^{γ}) du moins pour les anesthésies progressives (moyenne de 3 essais). Enfin, pour ce qui concerne le rapport des teneurs en bromure, d'une part, des hémisphères et d'autre part de la base de l'encéphale et du cervelet réunis, on constate que ce dernier renferme plus de bromure dans les anesthésies rapides, alors que c'est l'inverse dans les anesthésies progressives. Dans un unique essai où l'on a dosé en outre le bromure d'éthyle dans le foie et dans les poumons, on a obtenu les chiffres suivants par gramme de matière fraîche et pour une anesthésie assez rapide : sang, 320^{γ} ; encéphale, 230^{γ} ; foie, 120^{γ} ; poumon 80^{γ} ; ce qui montre le peu d'affinité du poumon pour l'anesthésique, malgré la pénétration de celui-ci par les voies respiratoires.

(1) F. Hahn, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 245 ; **201**, 1935.

2° *Bromure de propyle.* — Avec le mélange à 4 pour 100 en volume, l'anesthésie survient en 2 à 3 minutes et avec ceux à 2,5 pour 100 en 4 à 9 minutes. Dans ce dernier cas, le sang contient de 110 à 220^{γ} par gramme (moyenne de 8 essais, 170^{γ}) et le cerveau total une quantité moyenne du même ordre de grandeur mais, dans 5 cas sur 8, la teneur du sang a été supérieure à celle du cerveau alors que c'est l'inverse dans les autres cas, sans qu'on puisse rapporter ces variations à des différences dans la rapidité de l'anesthésie. Cependant dans 3 cas d'anesthésie assez rapide (2 à 3 minutes), la teneur du cerveau s'est montrée supérieure ou identique à celle du sang. Dans 9 cas sur 11, la partie antérieure du cerveau a fixé plus de bromure que la partie postérieure et dans les deux autres cas, qui correspondent à une anesthésie produite plus lentement, la quantité fixée était la même dans les deux parties. Les teneurs en bromure de la base de l'encéphale et du cervelet réunis se sont montrées, dans les 11 cas étudiés, supérieures à celles des deux hémisphères.

La comparaison des teneurs moyennes du cerveau total en bromure de propyle (170^{γ}) et dans les essais précédents en bromure d'éthyle (180^{γ}) permet de constater une teneur plus élevée en ce dernier anesthésique ce qui confirme sa plus faible activité. De plus l'action du bromure de propyle serait plus régulière que celle de son homologue inférieur.

3° *Bromure d'isopropyle.* — Le temps de production de l'anesthésie est supérieur à 10 minutes pour les mélanges inférieurs à 3 pour 100. Il est de 4 à 5 minutes pour les mélanges à 4 pour 100 et de 1 à 2 minutes pour ceux à 5 pour 100.

La pénétration du bromure d'isopropyle dans le sang croît régulièrement avec la concentration dans l'air inspiré mais le temps de production de l'anesthésie reste assez variable, sans doute suivant la ventilation individuelle de chaque animal.

Les teneurs moyennes en bromure du cerveau total sont de 126^{γ} par gramme. Le bromure d'isopropyle serait donc plus actif que son isomère. Les teneurs de la base de l'encéphale et du cervelet réunis sont toujours supérieures à celles des hémisphères.

PHARMACOLOGIE. — *Sur la toxicité comparée des pyréthrines vis-à-vis des différentes classes d'animaux.* Note de M. **Olivier Gaudin**, présentée par M. Louis Lapicque.

Nous avons fait remarquer [1] combien la toxicité des pyréthrines semblait prépondérante sur les Crustacés marins. Sur les conseils de M. L. Lapicque, nous avons précisé ce premier résultat en étendant les investigations aux animaux terrestres et aquatiques. Des émulsions pyréthrinées de titre connu ont été injectées dans la cavité générale des sujets en expérience, et les chiffres rapportés ci-dessous représentent les doses moyennes mortelles par kilogramme d'animal.

Chez les Polypes : *Actinia equina* (Anémone de mer), l'injection de 500^{mg} au kilogramme provoque la mort en 48 heures.

Chez les Échinodermes, le *Paracentrotus lividus* (Oursin) et l'*Asterias glacialis* (Étoile de mer), succombent tous deux pour une dose de 200 à 250^{mg} au kilogramme.

Les Crustacés, comme nous l'avions déjà constaté, se placent nettement à part et présentent une sensibilité remarquable.

Le *Carcinus Menas* (Crabe enragé), le *Maia Squinado* (Araignée de mer), meurent très rapidement après injection de 1/100 à 1/150e de milligramme au kilogramme; le Crabe accuse encore des troubles appréciables, bien que locaux et passagers à la dose infinitésimale de un millionième de milligramme au kilogramme. L'*Astacus fluviatilis* (Écrevisse) montre une sensibilité de même ordre.

Le Scorpion, *Buthus australis* (Arachnides), meurt pour une dose de 25 à 30^{mg} au kilogramme.

Les Insectes, malgré leur organisation voisine, sont beaucoup plus résistants; la dose paralysante est assez faible, mais la dose mortelle est très éloignée de celle des Crustacés. Le Blaps, *Blaps Requieni*, meurt pour une dose de 30 à 40^{mg} au kilogramme.

Les Vers sont également d'une résistance assez grande; le *Lumbricus terrestris* (Ver de terre), l'*Arenicola marina* (Arénicole) et l'*Hirudo medicinalis* (Sangsue) meurent en 24 heures pour des doses comprises entre 15 et 50^{mg} au kilogramme.

---

(1) O. Gaudin, *Bull. Soc. pharmacol.*, **42**, 1935, p. 145-222.

Les Mollusques présentent une sensibilité variable suivant leur organisation : *Gryphea angulata* et *Ostrea edulis* (Huîtres); *Helix pomata* (Escargot) résistent à des doses inférieures à 250^{mg}, tandis que la Seiche (*Sepia officinalis*) succombe en une demi-heure pour une dose de 10^{mg} au kilogramme.

Chez différents types de Vertébrés à sang froid, la sensibilité est très inégale, mais reste dans l'ensemble fort éloignée de celle des Crustacés. *Rana temporaria* (Grenouille), meurt avec 1^{mg} au kilogramme; *Lacerta viridis* (Lézard vert) et *Tropidonotus viperinus* (Couleuvre), succombent pour une dose de 10 à 15^{mg} au kilogramme, tandis que la Tortue (*Emis orbicularis*), quoique sensible à 1^{mg}, ne meurt qu'après injection de 150^{mg} au kilogramme.

Chez les Vertébrés à sang chaud, les Mammifères notamment, la toxicité des pyréthrines est du même ordre, la Souris et le Cobaye succombent en une heure après injection intrapéritonéale de 30 à 40^{mg} au kilogramme.

En résumé, les pyréthrines présentent vis-à-vis des Crustacés une action toxique particulièrement élective; sur les autres classes d'animaux, la toxicité est variable, probablement en raison de leur organisation nerveuse respective, car les pyréthrines déclenchent chez l'animal injecté les symptômes caractéristiques de l'intoxication par un poison nerveux.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'apparition de substances fonctionnant comme les auxines végétales, au cours du développement du* Discoglossus pictus, *Otth.* Note [1] de MM. **Maurice Rose** et **Henri Berrier**, présentée par M. Maurice Caullery.

La croissance des jeunes tiges et jeunes racines est contrôlée par des *auxines* ou *phytohormones* localisées dans les méristèmes d'où elles diffusent. Elles provoquent une extension de la paroi cellulaire, une augmentation de la perméabilité et une dilatation de la cellule, qui sont les éléments fondamentaux de la croissance. De plus, la répartition de ces auxines est modifiée par les agents physicochimiques externes, ce qui permet de comprendre les tropismes végétaux.

L'un de nous [2] a émis l'hypothèse que des substances travaillant

(1) Séance du 16 juillet 1935.

(2) Maurice Rose, *Bulletin biologique de la France et de la Belgique*, 67, 1933, p. 445-460.

comme les auxines végétales pouvaient exister chez les animaux, où, d'ailleurs, on les a déjà reconnues. Il suggérait aussi l'idée que, dans la formation de la membrane d'activation de l'œuf, il pouvait se passer des phénomènes voisins de ceux que l'on connaissait chez les plantes, et c'est pour vérifier cette idée que nous avons entrepris les recherches suivantes.

Nous avons longuement travaillé avant d'arriver à mettre au point une technique qui nous permette d'obtenir des résultats constants, et d'éliminer les causes d'erreur très nombreuses qui rendent ces recherches délicates dans un laboratoire non spécialement outillé.

En principe, la méthode adoptée est celle employée par F. A. F. C. Went et son école. Les substances à étudier sont recueillies par diffusion dans un bloc d'agar porté sur le côté d'une coléoptile décapitée d'avoine de race pure. Les résultats que nous apportons ici concernent avant tout les produits sexuels et l'embryon de *Discoglossus pictus* Otto.

Le sperme, aussi bien frais et vivant que mort, ne nous a jamais donné de courbures de coléoptiles décelant la présence de substances fonctionnant comme les auxines végétales.

De même l'œuf vierge, ou fécondé, s'est révélé dépourvu de telles matières.

L'œuf en segmentation, à quelque stade que ce soit, est dans le même cas.

Mais, au moment où la gouttière médullaire se forme, et en un temps très court, il apparaît brusquement, en quantité très appréciable, des substances qui provoquent la courbure de la tige d'avoine réactif.

Par conséquent, nous pouvons conclure de ces recherches :

1° que les produits sexuels mâles et femelles ne contiennent pas de substances comparables aux auxines végétales décelables par la méthode employée ;

2° que l'œuf fécondé et les premiers stades de segmentation en sont également dépourvus;

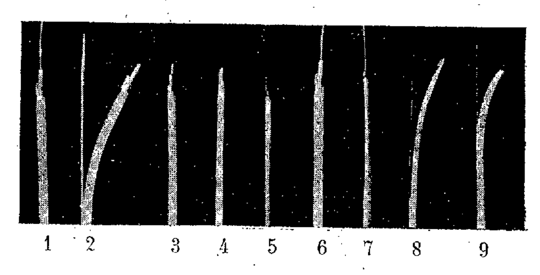
3° que de telles substances apparaissent tout à coup, et par un mécanisme que nous nous proposons de rechercher, à un stade défini et précoce du développement. Elles persistent dans la larve éclose et y prennent une répartition irrégulière que nous espérons préciser plus tard.

Les photographies ci-après montrent avec netteté les résultats que nous avons obtenus.

Des expériences du même ordre ont été entreprises sur les produits

sexuels et l'œuf des Échinodermes (*Arbacia æquituberculata*, Blainville et *Paracentrotus lividus*, Lamarck).

Nous avons observé la même absence d'auxines dans les gamètes, l'œuf fécondé, et les premiers stades de la segmentation jusqu'à la gastrula. De



1, Coléoptile témoin ayant reçu un cube d'agar pur; 2, Coléoptile témoin ayant reçu un cube d'agar imprégné de salive; 3, Coléoptile ayant reçu un cube d'agar imprégné de sperme; 4, Coléoptile ayant reçu un cube d'agar imprégné d'une purée d'œufs vierges; 5, Coléoptile ayant reçu un cube d'agar imprégné d'une purée d'œufs fécondés; 6-7, Coléoptile ayant reçu un cube d'agar imprégné d'une purée d'œufs à deux stades différents de la segmentation; 8, Coléoptile ayant reçu un cube d'agar imprégné du produit de broyage de l'embryon au stade de la fermeture de la gouttière médullaire; 9, Coléoptile ayant reçu un cube d'agar imprégné d'une purée de jeunes têtards à l'éclosion.

même l'œuf de poule fécondé (jaune et blanc), l'embryon de poulet jusqu'à 10 jours d'incubation, ne nous ont rien donné, dans des expériences préliminaires que nous nous proposons de reprendre avec précision.

Nous tenons essentiellement à dire que la netteté et la rigueur des résultats dépendent de précautions minutieuses dans la réalisation des expériences. Toujours nos essais ont été faits avec deux témoins : l'un recevant un cube d'agar seul, l'autre un cube d'agar imprégné de salive humaine. On sait en effet que ce liquide contient des auxines d'une façon constante.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles expériences relatives à la stimulation par la lumière du développement testiculaire chez le Canard.* Note (1) de M. **Jacques Benoit**, présentée par M. Maurice Caullery.

La lumière artificielle, émise par des ampoules électriques usuelles, stimule fortement l'activité de la préhypophyse et le développement des

(1) Séance du 24 juin 1935.

testicules chez le Canard impubère ou au repos sexuel saisonnier (¹). J'ai montré que cette stimulation ne se produit pas lorsqu'on enferme la tête des sujets dans un capuchon de drap noir, mais qu'elle s'accomplit au contraire lorsque les sujets, entièrement enveloppés d'un manteau noir, reçoivent la lumière par deux orifices ouverts dans le drap au niveau des yeux (²). Ces faits suggèrent tout d'abord l'idée, que j'ai exprimée antérieurement, que la lumière exercerait son action par l'intermédiaire des yeux. Dans l'intention de contrôler cette idée et d'analyser le mode d'action de la lumière, j'ai entrepris plusieurs séries d'expériences nouvelles. J'exposerai dans cette Communication les résultats de deux interventions que je pratiquai sur le globe oculaire : d'une part, la section du nerf optique (20 cas), et d'autre part, l'énucléation de l'œil, complétée par l'extirpation des glandes intraorbitaires (26 cas).

Les animaux opérés furent des Canards mâles impubères, âgés de 4 à 6 mois, et quelques autres sujets dont les testicules étaient déjà un peu développés. Pour chacun d'eux, une et parfois plusieurs laparotomies exploratrices préalables me permirent de mesurer les testicules et d'apprécier exactement leur évolution au cours des expériences. Dans la pensée que les traumatismes infligés à l'œil pourraient, par eux-mêmes, exciter le mécanisme stimulateur des testicules et afin d'éliminer cette cause d'erreur possible, j'exposais les sujets d'une même série expérimentale à trois différentes conditions d'éclairement : 1° maintien dans une pièce très sombre; 2° maintien dans une pièce éclairée seulement pendant la nuit par des lampes électriques et enveloppement de la tête des sujets, au cours de l'éclairement, dans un capuchon d'étoffe noire; 3° maintien, dans cette même pièce et dans les mêmes conditions d'éclairage, de sujets à tête découverte, ou porteurs d'un capuchon perforé au niveau des régions oculaires opérées. De 46 expériences faites dans ces conditions, j'exposerai ici à titre d'exemples celles relatives à 9 opérés, en y ajoutant les observations faites sur quelques témoins :

(¹) J. Benoit, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 1671.

(²) Ces orifices, circulaires, d'un diamètre de 2 à 3^{cm} environ, répondent exactement à la partie visible des globes oculaires et aux régions palpébrales qui les entourent.

Expérience.	Durée exp. (en jours).	Poids (début exp.) (gr.).	Poids (autopsie) (gr.).	Dimensions testicule gauche (en mm.). Début exp.	Dimensions testicule gauche (en mm.). Autopsie.	Variation surface silhouette, test. gauche.	Poids deux test., autopsie (gr.).
I. — Sujets conservés dans une pièce sombre.							
Témoin	33	1420	1650	4 × 13,5	4,2 × 13,5	1,1	0,24
	29	1070	1550	2,5 × 14	4 × 15	1,6	0,23
Section d'un nerf optique	28	1750	1930	3 × 17	4 × 16	1,2	–
Ablation des deux yeux	31	1800	2040	3,8 × 15	3,8 × 14,5	1	0,23
	31	1900	2040	4,5 × 17	6,5 × 17,5	1,6	0,7
II. — Sujets éclairés artificiellement pendant la nuit, la tête enveloppée d'un capuchon de drap noir.							
Témoin	26	1810	1405	4 × 14,5	4,3 × 12,5	1	0,18
Section d'un nerf optique	29	1930	1550	4 × 16	5,7 × 18,3	1,6	0,52
Ablation des deux yeux	31	1810	2100	4,5 × 16	5,5 × 17	1,25	0,55
	29	1960	1600	5 × 20	6 × 19,5	1,2	0,67
III. — Sujets éclairés artificiellement pendant la nuit.							
Témoin	26	1870	2310	4,5 × 19	21 × 44	12	16,8
Section des deux nerfs optiques	27	1930	1920	5 × 20	21,7 × 50	12	24,1
Ablation des deux yeux	32	1540	2100	4,5 × 16	20 × 40,5	13	17,2
	29	1840	1850	5,3 × 18	20 × 47,3	9	23,1

Voici les résultats essentiels que je puis tirer de mes expériences :

En ce qui concerne tout d'abord le rôle possible du *traumatisme* dans le développement des testicules, j'ai noté que les sujets impubères opérés ne présentent pas de croissance testiculaire notable après l'intervention, lorsqu'ils sont maintenus à l'obscurité, ou bien lorsque leur tête est préservée de la lumière par un capuchon. Le traumatisme ne semble donc exercer par lui-même, chez ces jeunes sujets, aucune stimulation appréciable du développement des gonades.

En ce qui concerne l'action de l'*éclairement* chez les sujets opérés, je constate que la lumière agit, comme dans mes expériences antérieurement publiées, lorsqu'elle frappe la tête des sujets et en particulier lorsqu'elle pénètre dans la région de l'œil. Mais je puis ajouter que ce résultat se

produit également après la section préalable des nerfs optiques et même après l'ablation des yeux. Le globe oculaire n'est donc pas indispensable pour que la lumière exerce son action stimulante sur les testicules. Ceci ne ne veut cependant pas dire que l'appareil oculaire ne joue, normalement, aucun rôle dans le phénomène en cause. Il n'est pas impossible en effet que, dans les expériences susdites, la lumière ait excité le nerf optique sectionné. Tout en réservant cette question, je dois ajouter que la force de pénétration de la tête du Canard par certains rayons lumineux oblige également à considérer que d'autres éléments, plus profonds (voir l'hypophyse elle-même), doivent entrer en ligne de compte dans la recherche du récepteur lumineux. Des expérienees nouvelles ont été entreprises pour tenter de résoudre ce problème.

Conclusions. — Je puis confirmer que la lumière stimule le développement des glandes génitales du Canard mâle impubère lorsqu'elle éclaire la tête dans la région des yeux. Ce phénomène de stimulation se produit encore après section des nerfs optiques et même après ablation des globes oculaires.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Microdosage magnétique du fer dans le sang.* Note [1] de M. **Clément Courty**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Lorsqu'on calcine du sang dans certaines conditions, on obtient un résidu fortement magnétique.

Une étude systématique du mode de calcination (température, atmosphère ambiante, temps, orientation du tube dans le four) nous a permis de mettre au point, par la balance magnétique Curie-Chéneveau, une méthode de dosage qui présente sur toutes les méthodes chimiques les avantages suivants :

1° nécessité d'une seule goutte de sang de masse connue;

2° nécessité d'un seul récipient : le tube de la balance modifié [2];

3° pas de réactif et par suite pas de souci de purification.

Ce travail a été fait avec un appareil que nous utilisons depuis bientôt

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.

(2) C. Courty et C. Chéneveau, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 2197.

cinq ans, dont le champ dans la région uniforme est de 330 gauss, et dont le fil de torsion en platine a 1/10e de millimètre de diamètre.

Technique. — 1° On mesure à la balance magnétique l'écart subi par le tube vide; soit Δ'' en millimètres :

2° dans le tube on introduit avec une pipette calibrée une goutte de sang ;

3° on coagule cette goutte au bain-marie bouillant;

4° on dessèche le caillot à 150°;

5° on calcine brutalement à 620°-630°, le tube étant horizontal pendant 12 minutes au four électrique;

6° on mesure à la balance le nouvel écart après refroidissement, soit Δ mm;

7° on applique la formule

$$m = \frac{\Delta - \Delta''}{pa}$$

dans laquelle m est le nombre de milligrammes de fer par kilogramme de sang frais, p la masse en gramme d'une goutte et a l'écart en millimètre par millième de milligramme de fer avec le tube et la balance qu'on utilise.

Il faut au préalable étalonner la pipette avec le sang qu'on utilise ce qui donne p et établir la constante de l'appareil a par comparaison avec un dosage chimique sûr.

Résultats. — Cinq échantillons de sang de cheval ont donné :

Échantillons.	$\Delta - \Delta''$.	p.	a.	Fer mg par kg de sang frais défibriné.
1	117	0,0367	6,5	490
2	122	0,0378	6,5	496
3	126	0,0379	6,5	511
4	152	0,0374	6,5	625
5	163	0,0376	6,5	666

On remarquera la constance de a, qui est le facteur principal de la mesure.

Les dosages chimiques ont été faits par la méthode recommandée par G. Bertrand et Thomas [1] en ajoutant après la pesée du sang 5^{cm^3} de nitrate de magnésium en solution aqueuse à 30 pour 100 [2].

Nous avons trouvé commode, pendant le titrage au permanganate, de maintenir dans le liquide acide une légère effervescence avec du bicarbo-

---

(1) *Guide pour les manip. de Ch. Biol.*, 1929, p. 32.

(2) FLEURY et MARQUE, *Bull. Soc. Ch. Biol.*, **11**, 1929, p. 1123.

nate de sodium pur, la nappe de CO^2 recouvrant le liquide évitant l'oxydation par l'air du sel ferreux.

L'erreur maximum commise sur $\Delta - \Delta''$ est de 2^{mm} avec un tube de quartz, on peut donc répondre de 1/3000e de milligramme ce qui donne une précision de 2 pour 100.

Le temps nécessaire à une mesure complète est à peine supérieur à 30 minutes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action physicochimique de quelques électrolytes sur la myxoprotéine du sérum sanguin.* Note (1) de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. Charles Achard.

Nous avons montré (2) que les deux principales protéines du sérum et plus particulièrement la sérum-albumine, préparées à l'état pur par la méthode à l'acétone ne possèdent pas de pouvoir tampon vis-à-vis des acides et des bases. Aux très faibles concentrations on note des phénomènes d'adsorption.

Aujourd'hui nous étudierons, dans des conditions expérimentales analogues, le comportement de la *myxoprotéine*, qui a été obtenue suivant la technique déjà indiquée (3) et améliorée récemment par M. Hodac-Ann (3).

I. La protéine préalablement séchée sur vide sulfurique était pulvérisée finement puis ajoutée, dans la proportion de 1 pour 100, dans des solutions aqueuses acides ou basiques, à concentration molaire bien définie, depuis N/1 jusqu'à N/750.

Dispersion incomplète dans l'acide chlorhydrique, surtout aux concentrations fortes ou très faibles, complète dans la soude après une courte période de gonflement.

Les mesures du pH ont été prises, suivant la technique de Sörensen, au moyen de l'appareil de Kling et Lassieur, en présence de quinhydrone dans le cas de HCl.

Nous avons réuni sur une même figure les deux diagrammes, acide (gauche), base (droite). Les valeurs du pH sont portées en abscisses, les concentrations en ordonnées.

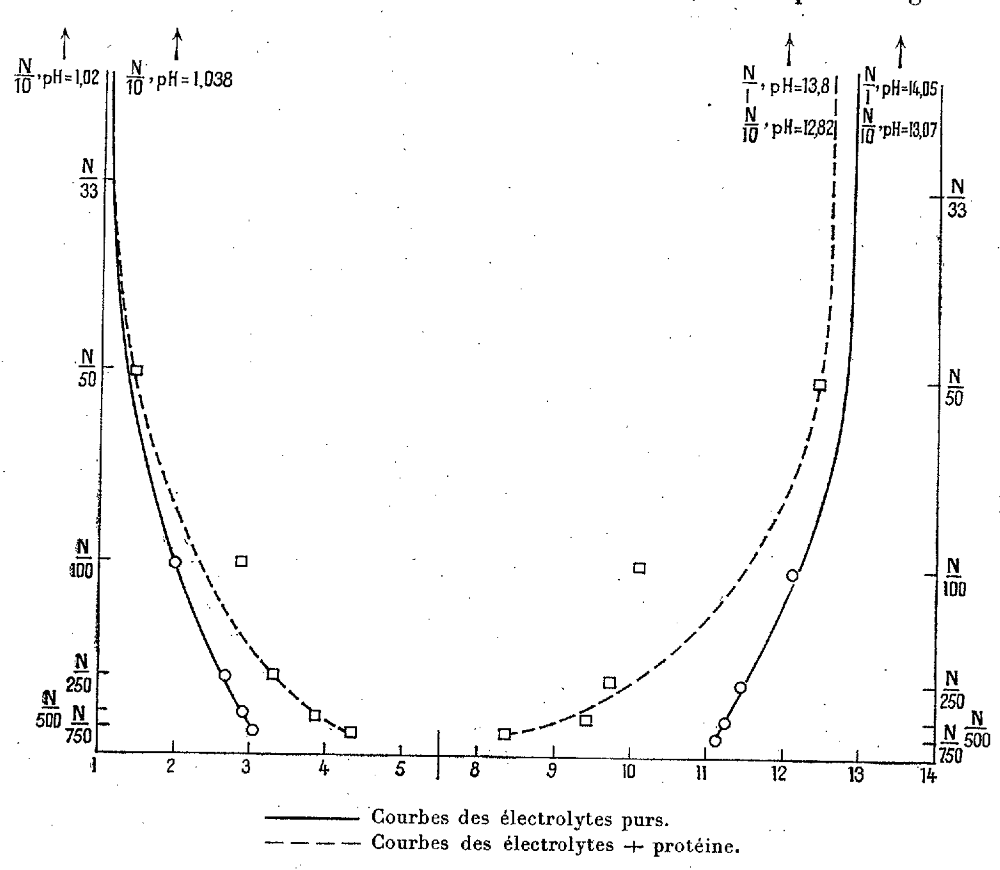
---

(1) Séance du 22 juillet 1935.

(2) Maurice Piettre, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1657, et **192**, 1931, p. 894.

(3) Hodac-Ann, *Thèse de doctorat en pharmacie*, Paris, 1932.

On voit que pour HCl, les courbes se superposent et se suivent de très près pour NaOH. Un brusque écartement, que nous attribuons ici encore à l'*adsorption*, se produit dans les deux cas, avec un maximum à la concentration N/100, qui, restant en dehors des courbes, est un point singulier.



——— Courbes des électrolytes purs.
– – – – Courbes des électrolytes + protéine.

II. Nous avons cherché à vérifier l'existence de ce point par l'étude d'une part de la peptisation et de la floculation de la protéine en fonction des concentrations en acide, et d'autre part par la mesure de la conductibilité en présence des bases.

α. La myxoprotéine à l'état de lamelles est mise au contact des *liqueurs acides* titrées dans la proportion de 1,5 pour 100.

Les acides faiblement dissociables (acides organiques et PO^4H^3) peptisent rapidement la protéine depuis N/1 jusqu'à N/500, en laissant un résidu opacifié, blanchâtre à partir de N/2000.

Les acides fortement dissociables (HCl, SO^4H^2) se comportent tout différemment : aucune modification à N/1, très léger gonflement périphérique des lamelles à N/10, fort gonflement et début de peptisation à N/50; pour N/100 dispersion très rapide et complète donnant une liqueur parfaitement limpide, même phénomène mais plus lent à N/250 et à N/750; à partir de N/150, résidu de plus en plus abondant, avec limite à N/2500 où la peptisation est à peu près nulle.

La concentration N/100, ici aussi, représente l'optimum de peptisation, et de stabilité du colloïde.

A partir de ce point, la floculation en présence de SO^4N^2, par addition d'acide concentrée de façon à très peu changer le volume, débute à N/10, devient abondante avec 2, 3 et 4^{mol} pour aboutir avec 5^{mol} à une coagulation massive suivie d'une forte synérèse.

Par dilution aqueuse on n'obtient pas de floculation.

β. L'étude de la *conductibilité électrique* des dispersions dans la soude en présence de protéine a été faite directement, en courant continu, par la *méthode de Lippmann* ou d'opposition, avec des électrodes au calomel.

Voici les chiffres obtenus, aux diverses concentrations en NaOH, exprimés en *c* (conductibilité), et à la température de 26° :

Concentrations en NaOH.	*c*	
	NaOH seule.	NaOH + myxoprotéine.
N/1	0,155	0,152
N/10	0,0233	0,0178
N/250	0,00113	0,000918
N/500	0,000579	0,000463

Conclusion. — Ces expériences montrent que la myxoprotéine ne possède pas de pouvoir tampon sensible vis-à-vis des acides et des bases, mais a un pouvoir d'absorption assez grand surtout vis-à-vis des bases.

La conductibilité électrique a donné des résultats négatifs.

MICROBIOLOGIE. — *Utilisation des microbes contre les courtillières.* Note (¹) de MM. **Serge Metalnikov** et **L. Y. Meng**, présentée par M. Félix Mesnil.

Les taupes-grillons ou courtillières (*Gryllotalpa vulgaris*) habitent de préférence les jardins maraîchers, où il produisent de formidables dégâts.

Nous avons commencé des recherches afin d'étudier l'immunité et surtout le rôle des organes phagocytaires dans la destruction des microbes.

Nous avons gardé nos courtillières au laboratoire dans des caisses contenant de la terre; elles y ont très bien vécu un certain temps, mais, un jour, nous les avons toutes trouvées mortes. Celles que nous avons placées ensuite dans la même caisse se sont également contaminées et sont mortes.

L'étude de leur sang nous a permis de constater que la mortalité a été produite par deux microbes : un grand bâtonnet sporogène *Bacillus gryllotalpæ* et un coccobacille très volumineux (*Bacterium gryllotalpæ*).

Bacillus gryllotalpæ nov. sp. — C'est un bâtonnet long sporulé; Gram positif. Les spores sont ovoïdes et se forment au milieu de ce microbe. Le microbe pousse très bien à la température du laboratoire. Il donne un trouble homogène dans le bouillon. Après 24-48 heures, il se forme un anneau et une pellicule qui tombent au fond. Sur gélose, le microbe donne une pellicule opaque sèche, à bords irréguliers.

Bacterium gryllotalpæ nov. sp. — C'est un microbe immobile, non sporulé, dont l'aspect est différent suivant les milieux; dans les cultures sur la gélose, les microbes se présentent sous la forme ovoïde, souvent unis par deux. Dans le sang de *Gryllotalpa*, il est beaucoup plus grand et se colore plus intensivement à ses extrémités par toutes les couleurs basiques. Il ne prend pas le Gram.

Ce microbe donne un trouble homogène dans le bouillon, en formant une pellicule et un anneau. Sur gélose, il donne des colonies rondes jaunâtres, aux bords réguliers.

Action sur les insectes. — Les deux microbes sont très pathogènes pour les courtillières, séparément et ensemble. Elles se contaminent très facilement, par ingestion. Nous avons fait une série d'expériences : si l'on dépose

---

(¹) Séance du 16 juillet 1935.

sur la bouche de la courtillière une goutte d'émulsion des microbes, elle l'avale et se contamine à coup sûr; elle meurt en deux ou trois jours. Nous avons pu en contaminer très facilement en leur donnant de la nourriture mouillée par une émulsion de microbes. Puisqu'un des microbes est sporogène, les courtillières peuvent se contaminer par les déjections des insectes malades et par les cadavres qui se décomposent dans la terre.

Tous les agriculteurs savent bien comme il est difficile, même impossible, de lutter contre les courtillières par les insecticides les plus toxiques. Peut-être les méthodes bactériologiques donneraient-elles des résultats plus satisfaisants.

La séance est levée à 15h35m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 17 juin 1935.)

Note de MM. *Étienne Wolff* et *Albert Ginglinger*, Sur la production expérimentale d'intersexués par l'injection de folliculine à l'embryon de Poulet :

Page 2119, ligne 26, *au lieu de* femelles typiques, *lire* mâles typiques.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AOUT 1935.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI DOUVILLÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *Sur le théorème de Kœnig en Mécanique ondulatoire.* Note [1] de MM. **LOUIS DE BROGLIE** et **JEAN-LOUIS DESTOUCHES**.

Soit un système de N corpuscules de masses $m_1, \ldots, m_N$. Les coordonnées rectangulaires du $i^{\text{ième}}$ corpuscule seront nommées x_i, y_i, z_i. Définissons, comme il est usuel, les opérateurs suivants :

$$(1)\qquad p_{x_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial x_i}, \qquad p_{y_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial y_i}, \qquad p_{z_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial z_i},$$

qu'on peut regarder comme les composantes d'un opérateur vectoriel $\vec{p_i}$. La Mécanique ondulatoire nous apprend que l'équation des ondes, pour ce système, est la suivante :

$$(2)\qquad \left[\sum_{i}^{N}{}_{1} \frac{1}{2m_i}\left(\vec{p_i}\right)^2 + V\right]\Psi(x_1, \ldots, z_N, t) = \frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial t}\Psi(x_1, \ldots, z_N, t),$$

V étant l'énergie potentielle du système que nous n'avons pas besoin ici de préciser.

Introduisons maintenant les trois nouvelles variables

$$(3)\qquad X = \frac{\sum_{1}^{N} m_i x_i}{m}, \qquad Y = \frac{\sum_{1}^{N} m_i y_i}{m}, \qquad Z = \frac{\sum_{1}^{N} m_i z_i}{m},$$

---

(1) Séance du 22 juillet 1935.

m étant la masse totale $m = \sum_i m_i$ des corpuscules du système. On peut dire que X, Y, Z définissent le centre de gravité du système, bien que cette affirmation n'ait pas ici un sens aussi net qu'en Mécanique classique à cause de la non localisation des corpuscules.

Posons encore les définitions

$$(4) \qquad x_i = X + \xi_i, \qquad y_i = Y + \eta_i, \qquad z_i = Z + \zeta_i,$$

qui introduisent les coordonnées relatives des corpuscules du système par rapport au centre de gravité. Nous avons évidemment les conditions

$$(5) \qquad \sum_{i=1}^{N} m_i \xi_i = A = 0, \qquad \sum_{i=1}^{N} m_i \eta_i = B = 0, \qquad \sum_{i=1}^{N} m_i \zeta_i = C = 0.$$

Soit alors $\varphi(X, Y, Z, \xi_1, \ldots, \zeta_N, t)$ ce que devient la fonction d'onde Ψ du système quand on y exprime les variables x_i à l'aide des variables X, Y, Z, $\xi_1, \ldots, \zeta_N$ par les relations (4).

Pour conserver l'homogénéité des notations, introduisons les opérateurs-vecteurs $\vec{P}$ et $\vec{\varpi}_i$ dont les composantes soient

$$(6) \qquad \left\{ \begin{array}{lll} P_x = -\dfrac{h}{2\pi i} \dfrac{\partial}{\partial X}, & P_y = -\dfrac{h}{2\pi i} \dfrac{\partial}{\partial Y}, & P_z = -\dfrac{h}{2\pi i} \dfrac{\partial}{\partial Z}, \\ \varpi_{x_i} = -\dfrac{h}{2\pi i} \dfrac{\partial}{\partial \xi_i}, & \varpi_{y_i} = -\dfrac{h}{2\pi i} \dfrac{\partial}{\partial \eta_i}, & \varpi_{z_i} = -\dfrac{h}{2\pi i} \dfrac{\partial}{\partial \zeta_i}. \end{array} \right.$$

Il est aisé de vérifier qu'en vertu de (2) et de (3) la fonction

$$\varphi(X, Y, Z, \xi_1, \ldots, \zeta_N, t)$$

obéit, dans l'espace formé par les coordonnées dont elle dépend, à l'équation

$$(7) \qquad \left[\frac{1}{2m} (\vec{P})^2 + \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{2m_i} (\vec{\varpi}_i)^2 - \frac{1}{2m} \left(\sum_{i=1}^{N} \vec{\varpi}_i \right)^2 + V \right] \varphi(X, Y, Z, \xi_1, \ldots, \zeta_N, t)$$
$$= \frac{h}{2\pi i} \frac{\partial}{\partial t} \varphi(X, \ldots, \zeta_N, t).$$

Il est possible de simplifier la forme de cette équation en profitant de la remarque suivante : dans l'espace X, Y, Z, $\xi_1, \ldots, \zeta_N$, la fonction φ n'a un sens physique que sur la multiplicité S définie par les relations (5) et, par suite, on peut modifier arbitrairement ses valeurs en dehors de la multiplicité en question.

Introduisons donc les variables

$$(8) \qquad u_i = \xi_i - \frac{A}{m}, \qquad v_i = \eta_i - \frac{B}{m}, \qquad w_i = \zeta_i - \frac{C}{m},$$

et considérons la fonction

$$(9) \qquad \Phi(X, Y, Z, \xi_1, \ldots, \zeta_N, t) = \varphi(X, Y, Z, u_1, \ldots, w_N, t)$$

obtenue en substituant dans φ les variables $u_1, \ldots, w_N$ respectivement aux variables $\xi_1, \ldots, \zeta_N$. La fonction Φ se confond évidemment avec φ sur la multiplicité S et peut par suite lui être substituée comme fonction d'onde du système.

En posant

$$(10) \qquad \varpi'_{x_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial u_i}, \qquad \varpi'_{y_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial v_i}, \qquad \varpi'_{z_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial w_i},$$

on trouve par un calcul facile

$$(11) \qquad \left[\frac{1}{2m}(\vec{P})^2 + \sum_1^N {}_i \frac{1}{2m_i}(\vec{\varpi}_i)^2 + V\right]\Phi$$

$$= \left[\frac{1}{2m}(\vec{P})^2 + \sum_1^N {}_i \frac{1}{2m_i}(\vec{\varpi}'_i)^2 - \frac{1}{2m}\left(\sum_1^N {}_i \varpi'_i\right)^2 + V\right]\varphi(X, Y, Z, u_1, \ldots, w_N, t).$$

L'équation (7) nous montre que le second membre de (11) est égal à

$$\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial t}\varphi(X, Y, Z, u_1, \ldots, w_N, t) \equiv \frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial t}\Phi(X, Y, Z, \xi_1, \ldots, \zeta_N, t).$$

On a donc

$$(12) \qquad \left[\frac{1}{2m}(\vec{P})^2 + \sum_1^N {}_i \frac{1}{2m_i}(\vec{\varpi}_i)^2 + V\right]\Phi = \frac{h}{2\pi i}\frac{\partial \Phi}{\partial t}.$$

D'où il résulte que dans le problème de Mécanique ondulatoire envisagé, on *peut* prendre pour partie cinétique de l'hamiltonien l'expression

$$\frac{1}{2m}(P)^2 + \sum_1^N {}_i \frac{1}{2m_i}(\vec{\varpi}_i)^2.$$

Le premier terme correspond à l'énergie cinétique du centre de gravité supposé doué de la masse totale et le second à l'énergie cinétique totale des corpuscules du système dans leur mouvement relatif autour du centre de gravité. On peut donc dire que le théorème de Kœnig est valable en Mécanique ondulatoire.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Vaccination contre le typhus exanthématique par le virus typhique vivant, desséché et enrobé.* Note [1] de MM. **Charles Nicolle** et **J. Laigret**.

L'immunisation de l'homme contre le typhus à l'aide du virus typhique vivant a été tentée, par l'un de nous, dès 1911. On ne disposait alors que du *virus typhique historique*, d'emploi difficile à cause de son pouvoir pathogène élevé. Après avoir donné des résultats satisfaisants au cours d'essais limités, la méthode ne s'est pas montrée susceptible d'application étendues.

Elle a été récemment reprise, dans des conditions rendues éminemment plus favorables par la connaissance que nous avons des *virus typhiques murins*, beaucoup moins dangereux pour l'homme. Au Maroc, G. Blanc a vacciné plusieurs centaines d'individus avec un virus isolé des rats de Casablanca et atténué par la bile. Malgré cette atténuation, d'assez nombreux vaccinés ont contracté des typhus bénins, du fait de la vaccination.

Nous avons utilisé, pour notre part, un virus isolé des rats du port de Tunis par H. Sparrow, en prenant la précaution d'enrober ce virus, afin de retarder sa diffusion dans l'organisme. Nos essais contre le typhus ont été conduits parallèlement à ceux que nous rapportons, dans une Note précédente [2], au sujet de la vaccination de la fièvre jaune. Les mêmes procédés d'enrobage ont été mis en œuvre.

Tout d'abord des cerveaux de cobayes et de rats, infectés du virus I des rats du port de Tunis, ont été desséchés, *incorporés en jaune d'œuf*, puis repris *en suspension aqueuse*. Les doses ont été de 1/200e de cerveau pour chaque vacciné, exceptionnellement une fois de 1/40e de cerveau. Sur neuf sujets traités, cinq ont contracté un typhus, bénin dans tous les cas, mais nettement caractérisé. Tous les vaccinés ont fourni des sérums positifs à la réaction de Weil-Felix. Il est à remarquer que les cinq cas de typhus fébrile ont été consécutifs à l'emploi d'un cerveau de rat. (Deux vaccins préparés identiquement avec des cerveaux de cobayes n'ont provoqué aucune fièvre). Le procédé a été abandonné.

Cent cinquante trois sujets ont été ensuite traités par une ou plusieurs inoculations du même virus vivant *en suspension huileuse*. Ces vaccinations représentent, au total, 208 inoculations : 98 ont été faites avec un virus sec

---

(1) Séance du 29 juillet 1935.

(2) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 312.

simplement enrobé dans l'huile, 110 avec un virus sec *doublement enrobé*, d'abord dans le jaune d'œuf, puis dans l'huile. Les doses ont été de 1/800e à 1/200e de cerveau pour la première inoculation, complétée à 25 ou 30 jours d'intervalle par une deuxième inoculation plus forte et, chez un certain nombre de vaccinés, par une troisième inoculation représentant une véritable épreuve d'immunité, puisqu'elle a comporté 1/50e, 1/25e et, parfois, 1/12e de cerveau.

Dans le premier lot (virus sec dans l'huile, sans jaune d'œuf), on a encore observé un cas de typhus, bénin, mais indiscutable. Il fut provoqué par un vaccin fait de cerveau de rat. Le sérum du sujet est devenu agglutinant pour le *Proteus* X. 19. Dans deux autres cas, exceptionnels, la réaction de Weil-Felix s'est montrée positive, sans qu'il y ait eu de fièvre. Elle est restée négative chez les autres vaccinés du lot.

Dans le deuxième lot (enrobage double en jaune d'œuf, puis huile), *il n'y eut, sur* 110 *inoculés, aucune fièvre*. Les doses terminales ont atteint 1/50e de cerveau de rat onze fois, de cobaye douze fois, 1/25e de cerveau de rat neuf fois, de cobaye deux fois, 1/12e de cerveau de rat cinq fois. Ces épreuves ont été supportées sans le moindre incident. Jamais la réaction de Weil-Felix ne s'est montrée positive.

Sur un vacciné fébrile du premier groupe ont été nourris des poux, qui se sont infectés. Leur produit de broyage, inoculé à un cobaye, lui a donné le typhus. A partir de ce cobaye, on a effectué un deuxième passage positif. Les cobayes du second passage ont présenté des fièvres typiques et l'un d'eux, éprouvé ensuite avec le virus historique, a résisté. Par conséquent il est prudent d'épouiller les sujets avant la vaccination. Nous l'avons toujours fait. Aucune méthode de vaccination contre le typhus ne saurait d'ailleurs être considérée autrement que comme une mesure complémentaire de la destruction des poux, qui reste l'arme prophylactique classique dans la lutte contre le typhus.

Notre virus murin immunise contre le virus historique. Par les inoculations aux animaux, nous avons contrôlé que *tous nos vaccins contenaient le virus vivant*. Nous avons inoculé ce virus vivant à l'homme à des doses capables de l'infecter. Nous avons, de dix fois et cent fois, dépassé ces doses lorsque nous avons inoculé 1/25e et 1/12e de cerveau. Par conséquent, *a priori*, nos vaccinations *doivent* être efficaces; mais rien ne nous permet encore d'affirmer que, dans la pratique, il en est bien ainsi.

Il est important déjà qu'on ait pu inoculer un virus typhique vivant, à l'homme, à des doses élevées, sans provoquer de fièvre. La méthode de

l'enrobage double s'est montrée parfaite à ce point de vue. Elle a, dès à présent, à son actif plus de cent inoculations, sans la moindre réaction thermique. Nos essais continuent.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations des rapports physiologiques en corrélation avec la maladie du Feu sauvage chez la feuille du Tabac.* Note [1] de MM. **Henri Lagatu** et **Louis Maume**.

La maladie du Feu sauvage (Wild fire) se manifeste, quand elle atteint un certain degré, par des taches nettement visibles sur les feuilles. Dans le dessein d'établir comparativement, après la récolte, les diagnostics foliaires NPK CaMg de plants sains et de plants malades, des échantillonnages de feuilles ont été opérés, au début de septembre 1934, sous le contrôle de l'inspecteur des Tabacs de Périgueux, sur des plants en séchoir, dans deux plantations de la commune de Belvès (Dordogne), lieu dit Pech sec; plantations très voisines; le sol y est de même nature, mais les exploitations sont différentes. On a prélevé dans chaque cas les feuilles occupant, à partir du bas de la tige, les rangs 3, 6, 9.

I. Sujets sains dans la plantation indemne.
II. Sujets apparemment sains dans la plantation atteinte de Feu sauvage.
III. Sujets malades avec taches dans cette même plantation atteinte.

	Pour 100 de matière sèche de la feuille.						Pour $N+P^2O^5+K^2O=100$			
	CaO.	MgO.	N.	P^2O^5.	K^2O.	S = $N+P^2O^5+K^2O$.	N.	P^2O^5.	K^2O.	$\frac{K^2O}{N}$.
I.										
9e feuille....	7,55	0,75	3,39	0,45	6,02	**9,86**	34,38	4,56	61,06	1,78
6e »	7,85	0,80	2,14	0,33	6,38	**8,85**	24,18	3,73	72,09	2,98
3e »	9,60	0,92	1,75	0,27	6,35	**8,37**	20,91	3,22	75,87	3,63
Moyennes.	8,33	0,82	2,43	0,35	6,25	**9,03**	26,49	3,84	69,67	2,79
II.										
9^e^ feuille....	7,05	0,75	2,67	0,39	5,26	**8,32**	32,09	4,69	63,22	1,97
6^e^ »	8,25	0,84	2,29	0,34	5,65	**8,28**	27,66	4,10	68,24	2,47
3^e^ »	10,00	0,85	1,70	0,24	5,43	**7,37**	23,07	3,25	73,68	3,19
Moyennes.	8,43	0,81	2,22	0,32	5,45	**7,99**	27,61	4,01	68,38	2,54
III.										
9e feuille....	8,20	0,86	3,24	0,50	4,45	**8,19**	39,56	6,11	54,33	1,37
6e »	9,35	0,88	2,61	0,39	3,64	**6,64**	39,31	5,87	54,82	1,39
3e »	10,63	0,99	1,70	0,25	3,36	**5,31**	32,01	4,71	63,28	1,98
Moyennes.	9,39	0,91	2,52	0,38	3,82	**6,71**	36,96	5,56	57,48	1,58

(1) Séance du 29 juillet 1935.

La somme complexe $S = N + P^2O^5 + K^2O$ pour 100 de matière sèche de la feuille décroît quand on passe de I à II et à III : *la feuille saine* I *est beaucoup plus minéralisée en* NPK *que la feuille* III *atteinte de Feu sauvage.* La feuille II présente une minéralisation NPK intermédiaire, indiquant que, si elle est apparemment saine, elle n'en est pas moins sur la pente qui conduit à la maladie. On retrouve pour II cette situation chimique intermédiaire en examinant divers rapports physiologiques; et le saut est toujours moins brusque de I à II que de II à III.

Le rapport K^2O/N doit être particulièrement retenu : *les plants atteints de Feu sauvage présentent, comparativement aux plants sains, une carence de la potasse relativement à l'azote.*

La chaux augmente des plants sains aux plants malades; elle tend à suppléer la potasse manquante. La magnésie augmente de manière insignifiante. L'acide phosphorique augmente dans l'équilibre NPK en quantités appréciables de I à II et à III.

Les teneurs relatives aux trois rangs des feuilles échantillonnées dans chacun des trois cas peuvent, d'après la notion des *relais foliaires* (1) être considérées comme applicables à *la feuille* de chaque type de végétation, évoluant dans le temps et sans localisation déterminée. A ce titre les moyennes inscrites ont une signification qui permet d'exprimer par ces seules moyennes les comparaisons des cas I, II, III.

Le chimisme foliaire des plants atteints de Feu sauvage est-il la cause de la maladie ou simplement un symptôme chimique adjoint aux taches, la maladie ayant une autre cause? La méthode analytique ne peut, à elle seule, répondre à cette question; des expériences réalisant à volonté soit l'apparition, soit la disparition de la maladie peuvent seules en décider. Mais il y a déjà des observations culturales répondant à ces deux épreuves : 1° l'apparition du Feu sauvage sur des plantations où la fumure est surchargée en azote rapidement assimilable et insuffisante en potasse; 2° le succès complet obtenu en 1932 chez un expert planteur dans un champ où le Tabac succédait à la même plante gravement atteinte de Feu sauvage, par l'application de la méthode de redressement de M. René Hernu, à savoir : chaulage très abondant, avec par hectare 400^{kg} de sulfate de potasse, 1000^{kg} de scories de déphosphoration, 1000^{kg} de tourteau d'arachide (ni engrais minéral azoté, ni fumier). Cette fumure, par son azote, lentement assimilable et par sa dose de potasse, correspondait par anticipation à celle qu'on peut déduire de nos diagnostics foliaires. Ainsi, l'abaissement excessif du rapport K^2O/N, qui, d'après nos diagnostics

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 881.

foliaires, est *certainement* lié à la maladie du Feu sauvage, lui est lié *vraisemblablement* à titre de cause physiologique initiale.

Comme les maladies par carence existent chimiquement avant de déterminer les symptômes visibles au simple regard, le diagnostic foliaire pourrait dépister les cas tels que notre échantillon II où une plantation approche des conditions qui déterminent le Feu sauvage.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

The Norwegian North Polar Expedition, 1893-1896. *Scientific Results*, edited by Fridtjof Nansen.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les formules de récurrence des semi-invariants de la loi de Bernoulli et de la loi de Pascal à n variables.* Note [1] de M. **Sven Guldberg**, présentée par M. Émile Borel.

M. Ragnar Frisch [2] a donné une formule de récurrence des semi-invariants de la loi de Bernoulli à une variable.

La loi de Bernoulli de n variables

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \frac{h!}{\left(k - \sum_{i=1}^{n} x_i\right)! \, x_1! \, x_2! \ldots x_n!} p_1^{x_1} p_2^{x_2} \ldots p_n^{x_n} \left(1 - \sum_{i=1}^{n} p_i\right)^{k - \sum_{i=1}^{n} x_i}$$

est la probabilité pour que l'évènement E_i avec la probabilité p_i se présente x_i fois, et l'évènement *non* $(E_1 E_2 \ldots E_n)$ avec la probabilité $1 - \sum_{i=1}^{n} p_i = r$ se présente $k - \sum_{i=1}^{n} x_i$ en k épreuves.

---

[1] Séance du 24 juin 1935.

[2] *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 274.

Les semi-invariants sont définis par l'identité formelle

$$e^{\lambda_{10\ldots0}u_1+\lambda_{01\ldots0}u_2+\ldots+\lambda_{00\ldots1}u_n+\frac{1}{2!}[\lambda_{20\ldots0}u_1^2+\lambda_{02\ldots0}u_2^2+\ldots+\lambda_{00\ldots2}u_n^2+2(\lambda_{11\ldots0}u_1u_2+\ldots+\lambda_{00\ldots11}u_{n-1}u_n)]+\ldots}$$

$$=\sum_{(x_1)}\sum_{(x_2)}\cdots\sum_{(x_n)}f(x_1, x_2, \ldots, x_n)\, e^{x_1u_1+x_2u_2+\ldots+x_nu_n}=\varphi(u_1, u_2, \ldots, n_n).$$

Dans le cas de la loi de Bernoulli, on a

$$\begin{aligned}\varphi(u_1, u_2, \ldots, u_n) &= (r+p_1e^{u_1}+p_2e^{u_2}+\ldots+p_ne^{u_n})^k\\ &= r^k(1+a_1e^{u_1}+a_2e^{u_2}+\ldots+a_ne^{u_n})^k \qquad \left(a_i=\frac{p_i}{r}\right).\end{aligned}$$

Pour le semi-invariant d'ordre $(f_1+\ldots+f_i+\ldots+f_n)$ nous aurons

$$\lambda_{f_1,\ldots,f_i,\ldots,f_n}=k\frac{\partial^{f_1+\ldots+f_i+\ldots+f_n}}{\partial u_1^{f_1}\ldots\partial u_i^{f_i}\ldots\partial u_n^{f_n}}$$
$$\times[\ln(1+a_1e^{u_1}+\ldots+a_ie^{u_i}+\ldots+a_ne^{u_n})+\ln r]$$
$$(u_i=0;\ i=1, \ldots, n),$$

$$\lambda_{f_1,\ldots,f_i,\ldots,f_n}=k\frac{\partial^{f_1+\ldots+f_i-1+\ldots+f_n}}{\partial u_1^{f_1}\ldots\partial u_i^{f_i-1}\ldots\partial u_n^{f_n}}\,\frac{a_ie^{u_i}}{1+a_1e^{u_1}+\ldots+a_ie^{u_i}+\ldots+a_ne^{u_n}}$$
$$(u_i=0;\ i=1, 2, \ldots, n),$$

$$a_i\frac{\partial}{\partial a_i}\ln(1+a_1e^{u_1}+\ldots+a_ie^{u_i}+\ldots+a_ne^{u_n})=\frac{a_ie^{u_i}}{1+a_1e^{u_1}+\ldots+a_ie^{u_i}+\ldots+a_ne^{u_n}}.$$

Les a et les u étant indépendants

$$\begin{aligned}\lambda_{f_1,\ldots,f_i,\ldots,f_n} &= a_i\frac{\partial}{\partial a_i}\left[k\frac{\partial^{f_1+\ldots+f_i-1+\ldots+f_n}}{\partial u_i^{f_i}\ldots\partial u_i^{f_i-1}\ldots\partial u_n^{f_n}}\,\frac{a_ie^{u_i}}{\ln(1+a_1e^{u_1}+\ldots+a_ie^{u_i}+\ldots+a_ne^{u_n})}\right]\\ &= a_i\frac{\partial}{\partial a_i}\left[k\frac{\partial^{f_1+\ldots+f_i-2+\ldots+f_n}}{\partial u_i^{f_i}\ldots\partial u_i^{f_i-2}\ldots\partial u_n^{f_n}}\,1+a_1e^{u_1}+\ldots+a_ie^{u_i}+\ldots+a_ne^{u_n}\right]\end{aligned}$$
$$(u_i=0;\ i=1, \ldots, n),$$

nous avons donc la formule de récurrence

$$\underline{\lambda_{f_1,\ldots,f_i,\ldots,f_n}=a_i\frac{\partial}{\partial a_i}\lambda_{f_1,\ldots,f_i-1,\ldots,f_n}}.$$

La loi de Pascal à n variables

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n)=\frac{(k+x_1+x_2+\ldots+x_n)!}{k!\,x_1!\,x_2!\ldots x_n!}p_1^{x_1}p_2^{x_2}\ldots p_n^{x_n}\left(1-\sum_{i=1}^{n}p_i\right)^{k+1}.$$

Pour la fonction génératrice, nous aurons

$$\varphi(u_2, u_2, \ldots, u_n) = \sum_{x_1=0}^{\infty} \sum_{x_2=0}^{\infty} \cdots \sum_{x_n=0}^{\infty} \frac{(k + x_1 + x_2 + \ldots + x_n)!}{k!\, x_1!\, x_2! \ldots x_n!} \times (p_1 e^{u_1})^{x_1} (p_2 e^{u_2})^{x_2} \ldots (p_n e^{u_n})^{x_n} r^{k+1}$$

$$= r^{k+1} \left(1 - \sum_{i=1}^{n} p_i e^{u_i} \right)^{-(k+1)}.$$

Comme plus haut, nous trouvons la formule de récurrence

$$\lambda_{f_1, \ldots, f_i, \ldots, f_n} = p_i \frac{\partial}{\partial p_i} \lambda_{f_1, \ldots, f_i - 1, \ldots, f_n}.$$

Pour $n = 1$, la formule est donnée par M. Paul Quale (¹).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions périodiques de l'équation de M. S. Chapman.* Note (²) de M. **Constantin Popovici**, transmise par M. Émile Borel.

1. L'équation intégrale, devenue classique,

$$\varphi(x, y; s, t) = \int_a^b \varphi(z, y; s, u)\, \varphi(x, z; u, t)\, dz \tag{1}$$

a été introduite par M. S. Chapman dans l'étude du mouvement brownien (³).

Nous voulons donner des solutions périodiques de cette équation, la périodicité étant conçue d'une manière plus générale; c'est-à-dire $\xi(x)$, $\alpha(x)$; $\eta(y)$, $\beta(y)$; $\sigma(s)$, $\gamma(s)$; $\tau(t)$, $\delta(t)$ étant huit fonctions données, on ait

$$\varphi(\xi, \eta; \sigma, \tau) = \alpha\beta\gamma\delta\, \varphi(x, y; s, t). \tag{2}$$

(¹) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 150.

(²) Séance du 16 juillet 1935.

(³) Cette équation exprime la *probabilité* qu'une molécule passe du point x de l'intervalle ab et de l'état s, au point y et l'état t. Une belle étude de l'équation de Chapman a été faite, à d'autres points de vue, par M. B. Hostinsky, [*Publications de la Faculté des Sciences de l'Université Masaryk de Brno* (Tchécoslovaquie), 1932, **156**, p. 1-35; **180**, 1934, p. 9].

2. Introduisons trois suites de *fonctions arbitraires* à deux variables $\varphi(x, p)$, $\psi(y, p)$, $\lambda(s, p)$ et mettons

$$(3)\qquad \varphi(x, y; s, t) = \sum_{p=1}^{n} \varphi(x, p)\,\psi(y, p)\,\frac{\lambda(s, p)}{\lambda(t, p)},$$

p entier, n pouvant être fini ou infini. Exprimons que (3) soit une solution de (1), on arrive à

$$(1')\qquad \varphi(x, y; s, t) = \int_a^b \sum_{p,q=1}^{n} \varphi(x, q)\,\psi(y, p)\,\frac{\lambda(u, p)\,\lambda(s, q)}{\lambda(t, p)\,\lambda(u, p)}\,\varphi(z, p)\,\psi(z, q)\,dz,$$

ce qui exige

$$(4)\qquad \int_a^b \varphi(z, p)\,\psi(z, q)\,dz = \begin{cases} 0 & \text{si } p \neq q, \\ 1 & \text{si } p = q. \end{cases}$$

3. Nous voyons que la fonction à deux variables $\varphi(z, p)$ peut être prise arbitraire et l'on pourra trouver d'une infinité de manières des fonctions $\psi(z, q)$ orthogonales à $\varphi(z, p)$.

En effet prenons une fonction arbitraire $h(z, q)$ et soient

$$\int_a^b \varphi(z, p)\,h(z, q)\,dz = c_{p,q}.$$

Il suffit de prendre des *nombres* $k_{p,q}$ tels que

$$(5)\qquad \sum_{q=1}^{n} c_{p,q}\,k_{p,q} = \begin{cases} 0 & \text{si } p \neq q, \\ 1 & \text{si } p = q, \end{cases}$$

et alors

$$(6)\qquad \psi(z, q) = \sum_{p} k_{p,q}\,h(z, p).$$

La question de la recherche des *fonctions* orthogonales est ainsi réduite à la recherche des *nombres* orthogonaux.

4. Cherchons maintenant les conditions que doivent remplir les $\varphi(x, p)$, $\psi(y, p)$ et $\lambda(s, p)$ pour que nos solutions satisfassent à la loi générale de périodicité (2). On devrait avoir

$$(7)\qquad \varphi[\xi(z), p] = c_1\alpha(z)\,\varphi(z, p), \qquad \psi[\eta(z), p] = c_2\beta(z)\,\psi(z, p),$$

$$(8)\qquad \lambda[\sigma(z), p] = c_3\gamma(z)\,\lambda(z, p), \qquad \lambda[\tau(z), p] = c_4\delta^{-1}(z)\,\lambda(z, p) \qquad (c_1c_2c_3 = c_4).$$

Nous avons donné [1] les solutions de telles équations. Par exemple,

---

[1] *Bulletin des Sciences mathématiques*, 53, Paris, juillet-août 1929, p. 213-224 et 232-247.

désignons, quelle que soit une fonction f, par

$$f_{\pm n} = f(\xi_{\pm n}) \quad \text{où} \quad \xi_{\pm n} = \xi[\xi_{\pm n-1}(z)].$$

Mettons encore $A = 1 : c_1 \alpha(z)$, alors

$$(9) \quad \varphi(z, p) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \prod^{n} v_n \quad \text{où} \quad \prod^{n} = AA_1 \ldots A_{n-1}, \quad \prod^{-n} = 1 : A_{-1} A_{-2} \ldots A_{-n},$$

$v(z, p)$ fonction arbitraire, qu'on peut choisir pour la convergence.

Pareilles solutions pour les ψ. Quant à λ, celle-ci devant satisfaire à la fois aux deux équations fonctionnelles, elle sera soumise à certaines conditions de compatibilité, par exemple, si σ et τ sont permutables, il faut que $\lambda[\tau(z), p] = \lambda[\sigma(z), p]$. Mettons $\sigma(z) = \mu(\tau)$ alors

$$\lambda[\tau(z), p] = \lambda[\mu(\tau), p],$$

c'est-à-dire λ périodique en μ. Toute fonction arbitraire, symétrique et convergente des itérés positives et négatives $\lambda(\mu_{-n}, \ldots, \mu_1, \mu_0, \mu_1, \ldots, \mu_n)$, $n \to \infty$ sera une solution périodique en μ et nous avons montré (*loc. cit.*) qu'on peut construire une infinité de telles solutions.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'ultraconvergence des séries entières.* Note [1] de M. G. **Bourion**.

Les séries considérées dans cette Note auront toutes le cercle-unité $|x| < 1$ comme cercle de convergence.

1. La condition nécessaire et suffisante pour qu'il existe une série de Taylor qui ne soit pas à structure lacunaire [2] et dont une suite de sommes partielles converge uniformément sur un ensemble donné E, fermé et borné, extérieur au cercle-unité, est que E *soit de capacité nulle*.

J'avais prouvé antérieurement la nécessité de cette condition.

2. Soit une série de Taylor dont une suite $\{s_{n_k}\}$ de sommes partielles converge uniformément dans un domaine $\mathfrak{U}$ contenant le cercle-unité; soient $f(x)$ la fonction définie par la série, $\mathfrak{E}$ le domaine d'existence de $f(x)$.

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.

(2) J'entends par série *à structure lacunaire* la somme d'une série présentant des lacunes dont la largeur relative est bornée inférieurement et d'une série à rayon de convergence plus grand.

Considérons un point singulier x_0 de $f(x)$ situé à la frontière du cercle de convergence $|x|=1$, et un angle $\mathcal{A}$ de sommet x_0 qui jouit de la propriété suivante, alors qu'aucun angle contenant $\mathcal{A}$ n'en jouit (¹) : A tout angle $\mathcal{A}'$ intérieur à $\mathcal{A}$ au sens strict, on peut associer un voisinage V de x_0 suffisamment restreint pour que les points de $\mathcal{A}'$ compris dans V soient intérieurs à $\mathcal{E}$.

Alors : *$\mathcal{A}$ jouit de la même propriété relativement au domaine d'ultraconvergence $\mathcal{U}$.*

L'ouverture de $\mathcal{A}$ est donc 2π au plus; et, s'il y a en x_0 plusieurs angles tels que $\mathcal{A}$, la somme de leurs ouvertures ne peut surpasser 2π (²).

S'il existe en x_0 des demi-tangentes au contour du domaine d'existence, le théorème énoncé ci-dessus signifie que le contour du domaine d'ultraconvergence admet les mêmes demi-tangentes.

3. Soit une série $\Sigma a_n x^n$, dont le rayon de convergence est égal à *un*, où l'on ne peut faire apparaître autour des m_k que des lacunes de largeur relative bornée *supérieurement* par un nombre $\lambda-1$. Alors *le domaine d'ultraconvergence de la suite* $\{s_{m_k}\}$ *est borné* [intérieur à un cercle $|x|<R(\lambda)$, où $R(1)=1$)].

4. Soit $a_n=0$ pour $m_k<n\leqq n_k$ $(k=1, 2, 3, \ldots)$; ne faisons pas d'hypothèses sur les lacunes (³) et supposons que les polynomes compris entre les lacunes aient une largeur relative bornée supérieurement : $\overline{\lim}\, m_{k+1}:n_k=\mu$ (μ fini) ; *le domaine d'ultraconvergence de la suite* $\{s_{m_k}\}$ *est encore borné.*

5. Considérons une série de Taylor (S) dont une suite de sommes partielles $\{s_{n_k}\}$ *a un domaine d'ultraconvergence* $\mathcal{U}$ *s'étendant à l'infini :* la série donnée ne diffère que par une fonction entière d'une série (S′) qui présente des lacunes de largeur relative indéfiniment croissante et $\mathcal{U}$ *est identique au domaine d'existence.* De plus, de quelque manière que l'on ait formé S′, la largeur relative des polynomes compris entre les lacunes croît indéfiniment. Ceci exige en particulier que $\overline{\lim}\, n_{k+1}:n_k=\infty$.

6. Dans les conditions du n° 4, considérons un point singulier x_0 à la frontière du cercle de convergence : ce point *ne peut être « bien accessible »*

(¹) *A priori*, on pourrait avoir à considérer un angle $\mathcal{A}$ (pris sur une surface de Riemann ramifiée en x_0) dont l'ouverture surpasse 2π, puisqu'il n'est pas prouvé que $\mathcal{E}$ soit un domaine sans recouvrement.

(²) Le cas de plusieurs angles $\mathcal{A}$ se présente effectivement.

(³) La possibilité de l'ultraconvergence ne dépend pas des lacunes que la série présente effectivement, mais de celles qu'on peut y faire apparaître.

au sens de M. Pólya; autrement dit, l'ouverture de l'angle $\mathfrak{A}$ considéré au n° 2 est π.

Soit, d'autre part, $\pi[1+\omega(\varepsilon)]$ la mesure angulaire de la partie de la circonférence $|x-x_0|=\varepsilon$ comprise dans le domaine d'*ultraconvergence de la suite* $\{s_{m_k}\}$: on a $0 \leqq \overline{\lim_{\varepsilon \to 0}} \omega(\varepsilon) \leqq 2 \operatorname{arc\,tang} \sqrt{\mu - 1}$.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Au sujet de la détonation dans les moteurs Diesel.* Note (1) de M. **René Retel**, présentée par M. Émile Jouguet.

Au cours des recherches sur l'injection du combustible qui m'ont été confiées par le Service technique de l'Aéronautique, j'ai étudié le fonctionnement d'un moteur Diesel à l'aide du manographe optique à faible inertie de M. Serruys.

Sur les diagrammes donnés par cet appareil, la détonation se traduit par une montée en pression extrêmement brutale, nettement distincte de l'augmentation de pression due à la combustion (*fig.* 1).

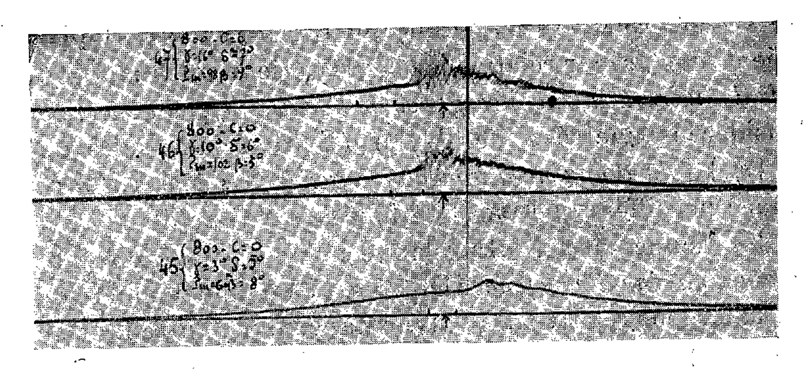


Fig. 1.

La mesure de l'amplitude du déplacement du spot permet d'apprécier l'intensité de la détonation, sans toutefois la caractériser de façon absolue. Il est vraisemblable, en effet, que la détonation est un phénomène local et que l'onde de choc qu'elle provoque s'amortit en partie au cours de son trajet dans la chambre du moteur. Par suite l'impulsion donnée à la

(1) Séance du 16 juillet 1935.

membrane du manographe dépend de la distance du centre détonant à cette membrane. Cette distance étant inconnue, l'élongation mesurée ne constitue qu'une simple indication sur l'intensité réelle de la détonation et la valeur de la pression de choc à laquelle elle donne naissance.

Ces réserves faites, on constate que :

1° l'intensité de la détonation est indépendante de la charge et de la vitesse du moteur;

2° la détonation se produit presque toujours au début de la combustion et rarement lorsque celle-ci est déjà amorcée; elle ne semble donc pas résulter d'une accélération de la déflagration du combustible, mais présente, au contraire, le caractère d'une explosion spontanée;

3° pour le moteur étudié, le régime détonant n'apparaît que lorsque le combustible est injecté suffisamment avant le point mort haut.

Une injection tardive ne provoque pas de détonation.

4° pour une vitesse de rotation donnée, l'intensité de la détonation est d'autant plus grande que l'avance à l'injection est plus forte et le retard à l'inflammation plus élevé (*fig.* 2, vitesse 800 t. p. m.);

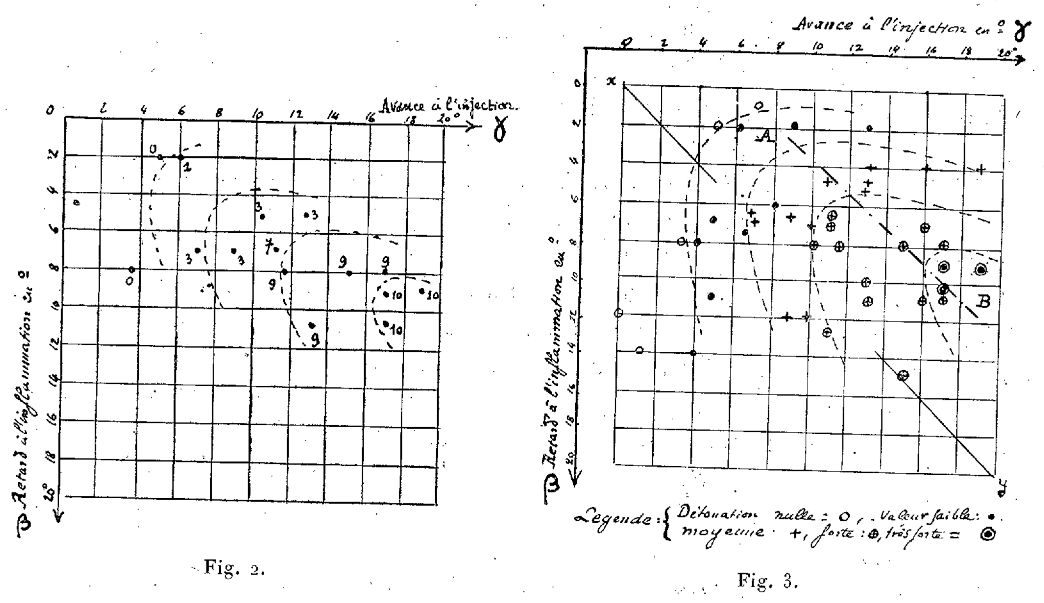


Fig. 2.

Fig. 3.

5° si l'on opère à des vitesses différentes du moteur, par exemple 400, 1200 et 1600 t. p. m., on constate que les points obtenus s'intercalent régulièrement entre ceux du précédent diagramme, ce qui élimine le facteur temps de cette représentation.

En remarquant par ailleurs que toute parallèle à la bissectrice des deux

axes de coordonnées représente un point du diagramme pression-volume, on constate que :

1° pour les inflammations se produisant au même point du diagramme P. V., la détonation est d'autant plus forte que l'avance à l'injection est plus grande;

2° l'axe général AB d'orientation des courbes, étant sensiblement parallèle à la bissectrice xy, représente un point critique pour lequel la détonation acquiert le maximum d'intensité;

3° pour une injection faite avec une certaine avance sur ce point critique, l'intensité de la détonation croît jusqu'à ce point critique, mais n'augmente plus après;

4° en deçà du point critique, la détonation est d'autant plus forte que l'écart angulaire entre le point d'injection et le point d'inflammation est plus grand.

Les choses se passent donc comme s'il se formait dans la chambre un corps ayant une aptitude particulière à la détonation, et cela en quantité d'autant plus grande que les température et pression d'inflammation sont plus éloignées des température et pression d'introduction du combustible et celles-ci elles-mêmes plus éloignées de celles du point critique.

Dans ces conditions, la détonation pourrait s'expliquer par la présence, dans la chambre, de produits légers provenant du craquage du combustible.

L'introduction du combustible à basse température favoriserait l'apparition de ces produits légers, et leur diffusion dans la chambre tendrait à accroître l'intensité de la détention.

Au contraire l'introduction du combustible à haute température, en augmentant la rapidité des phénomènes d'oxydation, entraînerait la disparition de ces produits légers et avec eux de la détonation.

Cette hypothèse explique le fait qu'une forte avance à l'injection s'accompagne toujours de la production de fumées noires indiquant la présence dans l'échappement de produits lourds, non brûlés. Tandis qu'un retard exagéré à l'injection provoque l'apparition de fumées blanches de nature nettement différente.

On voit en définitive que, pour diminuer l'intensité de la détonation, on devra réduire l'avance à l'injection et pour conserver un bon rendement, réduire corrélativement le délai d'inflammation.

On sera donc conduit à augmenter le plus possible la finesse de la pulvérisation. On aura d'autre part avantage à augmenter dans une certaine mesure le taux de compression du moteur.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur les caractéristiques de certaines cellules biplanes rigides d'envergure infinie.* Note (¹) de M. **Miroslav Nénadovitch**, présentée par M. Henri Villat.

Nous avons signalé (²) les caractéristiques aérodynamiques principales des cellules biplanes rigides en courant plan, et nous avons montré que certaines d'entre elles comportant un décalage positif, un faible entreplan et une interinclinaison négative par rapport à l'aile inférieure possèdent des propriétés intéressantes au point de vue des applications aérotechniques.

Continuant l'étude de nos résultats expérimentaux nous avons mis en évidence les propriétés suivantes concernant l'influence particulière de l'interinclinaison ε aux incidences modérées pour les cellules biplanes rigides comportant un décalage positif et un entreplan variable :

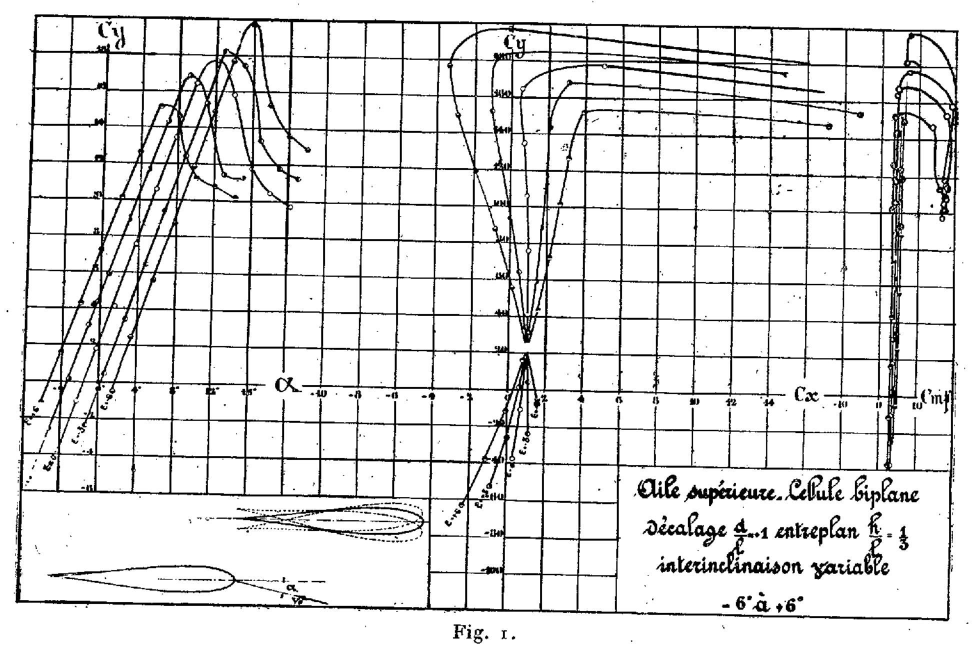


Fig. 1.

1° Pour l'aile supérieure (*fig.* 1) les courbes unitaires $C_y = f(i)$ forment un faisceau de droites parallèles (dC_y/di indépendant de ε) et dont l'équidistance est fonction linéaire de ε.

(¹) Séance du 1er juillet 1935.

(²) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1573.

Les polaires de cette même aile forment un faisceau divergent passant par un même point pour toutes les interinclinaisons. L'écartement de ces polaires est fonction linéaire de ε pour un C_y donné. Le point d'intersection est peu variable avec l'entreplan. Le foyer résultant de cette aile est sensiblement confondu avec le foyer de l'aile isolée, mais le moment résultant est augmenté en fonction de ε.

2° Pour l'aile inférieure (*fig.* 2) les courbes unitaires $C_y = f(i)$ ont les

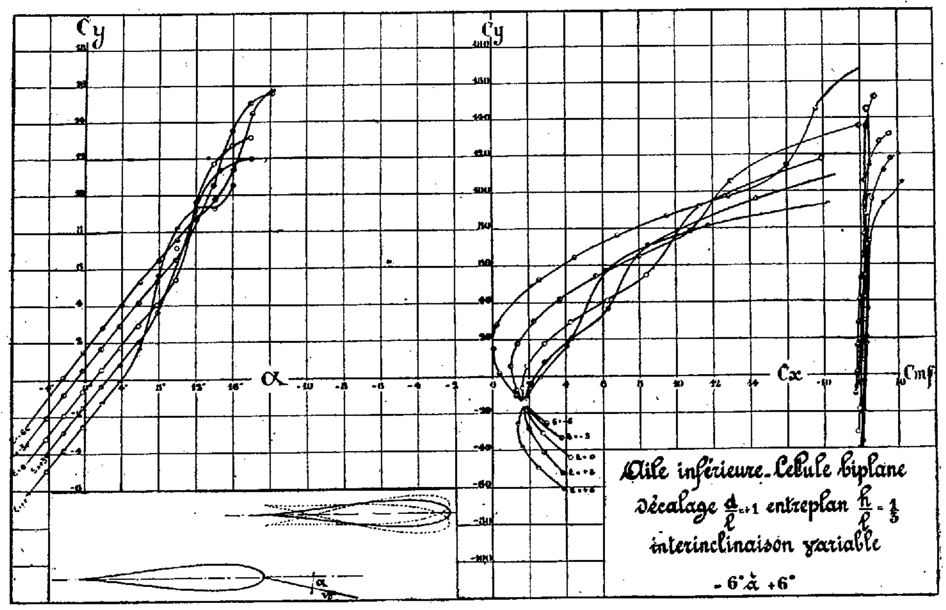


Fig. 2.

mêmes propriétés que ci-dessus sauf apparition d'un effet de fente pour des incidences d'autant plus grandes que ε est plus petit. Les polaires de cette même aile forment un faisceau divergent passant par un même point pour toutes les interinclinaisons et peu évolutif avec l'entreplan. Le foyer résultant et le moment correspondant de cette aile sont modérément modifiés en fonction de ε.

Il résulte de ces propriétés que les caractéristiques d'une *cellule biplane déformable* par interinclinaison d'une des ailes peuvent se déduire aisément de nos résultats expérimentaux.

A titre d'exemple nous donnons les courbes représentatives pour chacune des ailes d'une cellule biplane caractérisée par $h/l = 1/3$, $d/l = +1$ pour les interinclinaisons de $-6°$ à $+6°$.

MAGNÉTISME. — *Sur une méthode pour l'étude de vibrations magnétostrictives.* Note (¹) de M. **Benjamin Gurewitch**, présentée par M. Paul Langevin.

Un circuit électrique oscillant peut être stabilisé entre certaines limites sur une fréquence déterminée (²) au moyen d'un barreau placé convenablement dans le circuit et vibrant par l'effet magnétostrictif. La fréquence de stabilisation est naturellement la fréquence propre du barreau.

Le champ excitateur ne peut pas dépasser une certaine intensité si l'on désire conserver la pureté des oscillations (³). Le problème de l'amortissement de ces oscillations n'a pas encore été complètement traité. On a supposé généralement (⁴) que tout se passait comme si une résistance ohmique était introduite dans le circuit résonant du barreau. La grandeur même de la magnétostriction n'a été mesurée avec précision que dans le cas statique (⁵).

Enfin, relié du point de vue théorique (⁶) la magnétostriction a été reliée à l'hystérésis magnétique.

Je me propose dans la présente note de décrire une méthode permettant :

1° de mesurer les élongations de ces oscillations magnétostrictives du barreau en fonction des champs magnétiques permanent et alternatif auxquels il est soumis;

2° de déterminer l'amortissement des oscillations par enregistrement oscillographique de la décroissance des amplitudes dans le temps;

3° de déterminer la cause de l'amortissement par l'étude de l'effet magnétostrictif inverse en fonction des élongations.

La méthode employée est une généralisation de celle de Schulze (⁵). Les élongations alternatives de l'extrémité du barreau produisent, comme dans le microphone électrostatique, une modulation à basse fréquence,

---

(¹) Séance du 22 juillet 1935.

(²) G. W. Pierce, *Proc. Am. Acad.*, **63**, nº **1**, 1928, p. 1; K. C. Black, *ibid.*, **63**, nº **2**, p. 49.

(³) Giebe et Blechschmidt, *Ann. der Phys.*, **11**, 1931, p. 905.

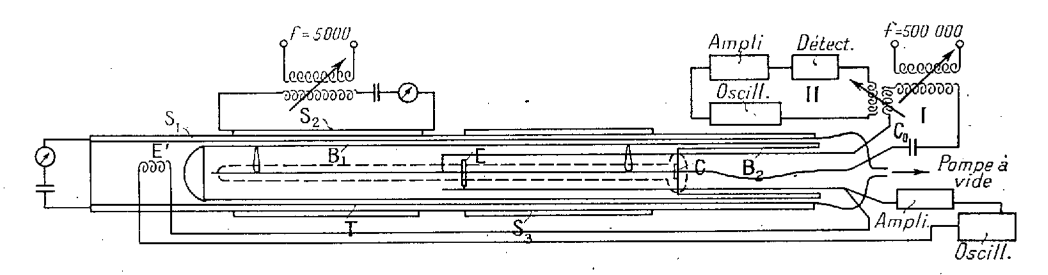
(⁴) Kopilowitch, *Phys. Z. Sow.*, **3**, 1933, p. 561; Giebe et Blechschmidt, *Ann. der Phys.*, **11**, 1931, p. 905; K. C. Black, *Proc. Am. Acad.*, **63**, nº **2**, 1928, p. 49 et suiv.

(⁵) A. Schulze, *Ann. der Phys.*, 5ᵉ série, **11**, 1931, p. 937.

(⁶) R. Becker, *Phys. Z.*, **33**, nº **23**, 1932, p. 905. F. Bloch, *Z. f. Phys.*, **74**, 1932, p. 333.

à la fréquence de la vibration, d'une oscillation haute fréquence avec laquelle le circuit comportant la petite capacité C de dimensions données est en résonance (voir figure). Les variations de la petite capacité C sont connues par l'étalonnage du courant en fonction de la capacité effectué à l'aide d'une faible capacité C_0 mise en dérivation.

Le barreau et la capacité C se trouvent placés dans un long tube de verre T dans lequel on fait le vide. Le barreau étudié a 3-4^{mm} de diamètre et porte à l'une de ses extrémités une des armatures du condensateur C, formée par une feuille ronde très mince de cuivre, collée entre deux disques plans en verre mince de 0^{mm},2 environ. L'armature légère ainsi formée est collée à l'extrémité du barreau de façon que celui-ci soit orienté perpendiculairement à l'armature.



Par deux suspensions à fils de cocon, le barreau est maintenu au milieu d'un tube B_1 en carton bakélisé qui porte deux larges fentes latérales permettant de repérer les positions respectives des deux suspensions. Ces deux positions peuvent être modifiées, les crochets des suspensions pouvant se déplacer en glissant dans une rainure aménagée le long du tube. Dans le tube B_1, entre à frottement doux un autre tube de bakélite B_2 qui porte à l'une de ses extrémités un plateau métallique formant l'autre armature de C. La distance entre les armatures peut être ainsi réglée à volonté et mesurée à travers la fente. Les fils de connection sont amenés à travers la tête du rodage du tube T. Ce rodage porte encore deux autres connections à la bobine d'exploration E qui sert à l'enregistrement de l'effet inverse le long du barreau.

Après ajustement, le tube de verre T est enfoncé dans une longue bobine S_1 produisant le champ homogène dans le barreau. Le long de cette bobine, on peut déplacer deux autres bobines plus courtes S_2 et S_3 destinées à produire le champ magnétique alternatif, à la fréquence fondamentale des vibrations longitudinales du barreau (près de 5000 par seconde).

Ainsi que le montre un calcul simple, le pendule formé par le barreau

en suspension ne peut pas suivre à la fréquence 5000. On peut donc produire les oscillations soit par une seule bobine (par exemple S_2) soit par les deux bobines S_2 et S_3 combinées, soit enfin par la bobine S_1 seule si l'on veut exciter le premier harmonique.

Le reste du montage ressort de la figure : le circuit I est en résonance légèrement désaccordée d'avec un oscillateur oscillant à la fréquence 500000/sec. Les variations de C produites par les vibrations modulent en basse fréquence le courant dans le circuit I. Le circuit II comporte le détecteur, l'amplificateur de la basse fréquence et ensuite l'enregistreur oscillographique Siemens. E' est une bobine destinée à compenser le couplage direct entre S_1 et E.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'émission moléculaires de quelques sels métalliques*. Note de M. **Pierre Mesnage**, transmise par M. Aimé Cotton.

L'objet de cette Note est de donner une première description très sommaire des spectres des chlorures de *fer*, *chrome* et *cobalt* qui, à ma connaissance n'ont pas encore été signalés. J'ai indiqué [1] les conditions expérimentales. La plupart des bandes en question pourront vraisemblablement être attribuées à des molécules diatomiques (notamment CoCl, CrCl, FeCl). Par contre un système donné dans l'ultraviolet par les chlorures de fer paraît de nature différente et provient peut-être d'une molécule triatomique.

Le spectre du *chlorure de cobalt* rappelle celui de $NiCl^2$ (*loc. cit.*) : nombreuses bandes visibles dont les principales sont :

1° bandes à arête bien nette, dégradées vers le rouge, que je n'ai pas encore réussi à faire entrer dans un schéma vibrationnel (elles forment peut-être plusieurs systèmes), dont les arêtes ont pour longueurs d'onde : 4353, 4462, 4489, 4507, 4541, 4702, 4833;

2° bandes sans dégradé distinct ayant l'aspect de raies floues groupées en séquences de bandes équidistantes : la principale en comprend 6 de 5081 à 5106 (intervalle moyen 19 cm^{-1});

3° un autre système d'aspect analogue à celui qui sera décrit pour $CrCl^3$ dont les maxima les plus intenses sont aux points 5617, 5668, 5738, 5837.

Le *chlorure chromique* a fourni :

---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2072.

1° un système de bandes dans l'ultraviolet : bandes dégradées vers le rouge, dont les plus intenses ressemblent à des raies (branches Q très intenses et serrées) et dont on peut proposer le classement vibrationnel suivant :

2614,3 (0,0)	2612,0 (1,0)	2610,3 (2,0)	–
22,3 (0,1)	19,9 (1,1)	18,1 (2,1)	–
29,8 (0,2)	27,0 (1,2)	–	2623,5 (3,2)
–	32,9 (1,3)	–	–
–	–	38,1 (2,4)	–

2° un système dans le jaune et l'orangé : il se compose de sept groupes dont trois principaux. La dispersion n'étant que de 80 Å/mm. dans le rouge, leur structure paraît confuse : dans chaque groupe, quand la longueur d'onde augmente, les bandes d'abord bien distinctes et dégradées vers le rouge se serrent et donnent l'apparence d'une région continue limitée plus ou moins nettement du côté des grandes longueurs d'onde : cette « limite » (que j'appellerai L pour abréger) marque en général le maximum d'intensité du groupe, au delà les bandes réapparaissent dégradées semble-t-il vers le violet. On peut interpréter ces groupes comme des séquences ($v'-v''=$ const.) et supposer que les bandes changent de sens dans le cours d'une séquence en passant par des bandes sans tête.

Les principales longueurs d'onde sont :

Limites L..........	5484	5584	5906	6021	6195	6315
Principales bandes..	–	–	5844-62	6005	–	6259-68

Les *chlorures ferreux* et *ferrique* donnent le même spectre moléculaire : $FeCl^3$ donne seulement en plus de $FeCl^2$ les principales raies et le spectre continu ultraviolet du chlore. Outre deux bandes intenses dégradées vers le rouge, de longueurs d'onde 3205,8 et 3201,6, le spectre comprend de très nombreuses bandes visibles et un important système ultraviolet.

Les premières comprennent principalement :

1° un système, dans le bleu, présentant une certaine analogie avec le second système décrit pour $CrCl^3$ (groupes commençant par des bandes dégradées vers le rouge et changeant ensuite de sens)

Longueurs d'onde des principales bandes......	4696	4777	4863-77
» des limites L..........	–	4798	4886

2° un système vert apparemment de même type :

Longueurs d'onde des principales bandes.	5239-53	–
» des limites L..........	5303	5535

3° autres bandes, dégradées vers le rouge : 5857-75, 6125; vers le violet : 5990, 6066;

4° têtes de séquences dégradées vers le violet et imparfaitement résolues en bandes individuelles : 6389, 6479.

Le système ultraviolet comprend *huit groupes*, dont les maxima ont pour longueurs d'onde : 3663, 3615, 3566, 3521, 3475, 3431, 3388, 3345. Le sixième se montre partagé en *sous-groupes* limités chacun par une arête et dégradés vers le violet (les arêtes ont pour longueurs d'onde 3447, 3438, 3431, 3424, 3415), chaque sous-groupe étant à son tour divisé en *bandes élémentaires*. Les cinquième et septième groupes montrent des bandes mais les sous-groupes y sont peu marqués. Les autres n'ont que des traces ou pas du tout de structure. Les intervalles des groupes sont en moyenne de 370 cm^{-1}, ceux des sous-groupes de 70 cm^{-1}, ceux des bandes de 20 à 25 cm^{-1} : il semble donc y avoir une triple période et le système ne peut pas rentrer dans un schéma vibrationnel à deux dimensions. C'est pourquoi il est permis de se demander s'il ne provient pas de la molécule triatomique $FeCl^2$.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres de diffusion (Effet Raman) et spectres d'absorption infrarouges d'alcools saturés aliphatiques et de carbures éthyléniques.* Note de MM. **Antonin Andant, Pierre Lambert** et **Jean Lecomte**, transmise par M. Aimé Cotton.

Nous avons déterminé les spectres de diffusion (Effet Raman) et les spectres d'absorption infrarouges (entre 500 et 1600 cm^{-1}), de huit alcools saturés aliphatiques et de huit carbures éthyléniques. Ces produits présentaient tous un degré de pureté très élevé : ils avaient été préparés au Laboratoire de Chimie physique de la Faculté des Sciences de Dijon [1].

Les techniques expérimentales étaient les mêmes que dans nos recherches antérieures [2].

On constate en étudiant ces résultats, qu'il y a intérêt, comme nous l'avons signalé maintes fois, à étudier simultanément les spectres Raman

---

(1) *Sur la préparation et les propriétés de ces corps*, voir André Meyer et Marcel Tuot, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1231; Marcel Tuot, *ibid.*, **197**, 1933, p. 1434.

(2) A. Andant, *Public. Scient. Minist. Air*, fasc. **21**, 1933, p. 1; *Congrès Chimie Industr.*, Paris, octobre 1934; J. Lecomte et P. Lambert, *Public. Scient. Minist. Air*, fasc. **34**, 1933, p. 1; J. Lecomte, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1011.

Alcools.

N° 1. Diméthyl-2.4-hexanol-4.
N° 2. Diméthyl-2.5-hexanol-2.
N° 3. Diméthyl-2.4-heptanol-5.
N° 4. Diméthyl-2.5-heptanol-5.
N° 5. Triméthyl-2.3.5-hexanol-3.
N° 6. Diméthyl-2.4-octanol-4.
N° 7. Triméthyl-2.4.6-heptanol-4.
N° 8. Triméthyl-2.4.7-octanol-4.

N° 1.		N° 2.		N° 3.		N° 4.		N° 5.		N° 6.		N° 7.		N° 8.	
R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.
								714	729		728				
742	745	737			743	747		743							754
757	752	776	760	778	764		787			783	764	779	765	785	
					818			829	812				825		827
839	856	845	831	845	859	845	824		856		862	859	862	844	858
877	892		906				892				889	890			904
932	915	930		922	919	914	926	939	918	916	939	945	924	926	937
971	962	968	972	969		971		968	967	970		972	965	975	
	998				1008	1016	998				1012		1020		1024
1013	1037		1076		1069				1065		1069	1053	1076		1073
	1080						1085	1117		1117					
1113		1111		1113		1118			1142		1145		1149		1141
1168	1142		1149	1170	1145	1162	1142	1171		1175		1188		1188	
	1257				1243				1237		1240		1237		1245
1355	–	1351	–	1367	–	1357	–	1363	–	1370	–	1369	–	1359	–
1465	–	1462	–	1465	–	1467	–	1465	–	1462	–	1469	–	1468	–
		1474	–	1472	–	1472	–	1475	–	1470	–	1475	–	1475	–

Carbures.

N° 9. Diméthyl-2.4-hexène-4.
N° 10. Diméthyl-2.5-hexène-2.
N° 11. Diméthyl-2.4-heptène-4.
N° 12. Diméthyl-2.5-heptène-5.
N° 13. Triméthyl-2.3.5-hexène-2.
N° 14. Diméthyl-2.4-octène-2.
N° 15. Triméthyl-2.4.6-heptène-3.
N° 16. Triméthyl-2.4.7-octène-4.

N° 9.		N° 10.		N° 11.		N° 12.		N° 13.		N° 14.		N° 15.		N° 16.	
R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.
		702										702			
					743		752				730				
775	769	769	769							786	776	797	793		759
	797	805	793	804	803	803	804						816		
844	837	848	855		843	840	864	850	848	862	843	860	852		858
	888		884		886		879		891		892		885		888
							917						920		
956		949	930	954	948	953	949	958	946	955	945	956		952	942
	970		977		993				984		1002		1005		1010
	1010			1038		1025	1016								
1032	1057		1080		1087		1069		1080						
		1107		1103		1108		1105		1103	1100	1102	1094	1098	1101
1120	1097														
	1167				1172		1158		1149	1163	1163	1165	1149		1154
1282	1301 ?	1264		1295						1295		1300		1283	
1327	–	1328	–	1327	–	1330	–	1330	–	1328	–	1329	–	1329	–
1380	–	1376	–	1380	–	1381	–	1382	–	1377	–	1377	–	1375	–
1450	–	1445	–	1452	–	1449	–	1454	–	1450	–	1449	–	1448	–
1667	–	1669	–	1667	–	1668	–	1667	–	1665	–	1665	–	1663	–

Les bandes Raman ou infrarouges particulièrement bien marquées ont été notées en chiffres gras. Le signe – indique que les mesures, dans le spectre infrarouge, ne sont pas assez précises, dans la région indiquée, pour permettre une comparaison avec les spectres Raman. Le groupement des bandes appartenant à des composés différents sur chaque ligne horizontale a été effectué pour faciliter les lectures et ne doit pas être considéré comme un classement des résultats.

et les spectres d'absorption infrarouges. Ainsi la raie Raman très forte vers $1600\ cm^{-1}$, bien connue et caractéristique de la double liaison, n'apparaît pour ainsi dire pas dans les spectres d'absorption. Par contre, il y a avantage à recourir au spectre infrarouge pour caractériser nettement la présence de la fonction alcool tertiaire : elle s'y traduit entre autres, par une bande très forte vers $1140\ cm^{-1}$ et par une bande faible vers $1240\ cm^{-1}$ qui n'ont pas de correspondances directes avec les spectres Raman. De plus, les maxima dus à la chaîne carbonée n'apparaissent pas simultanément dans les deux déterminations.

On reconnaît aisément que les deux méthodes permettent de distinguer entre eux les homologues successifs et les isomères. On voit également que les spectres des carbures éthyléniques ne rappellent pas ceux des alcools qui ont servi à les préparer. Ce résultat peut tenir, d'abord, à ce que la présence de la liaison éthylénique exerce une influence perturbatrice sur les vibrations propres de la chaîne carbonée. En outre, en admettant, suivant les conclusions de Kohlrausch, que les groupements OH et CH^3 soient, jusqu'à un certain point équivalents, le diméthyl-2.4-hexanol-4

$$CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}}-CH^2-\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}}}-CH^2-CH^3$$

serait à comparer avec

$$CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}}-CH^2-\overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}}}-CH^2-CH^3$$

mais non pas (abstraction faite de la double liaison) avec le carbure correspondant à l'alcool

$$CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}}-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}=CH-CH^3$$

dont les modes de vibration sont différents de ceux de l'alcool.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les déformations accompagnant les traitements thermiques des métaux écrouis.* Note [1] de M. **Maurice Bonzel**, présentée par M. Léon Guillet.

Le réchauffage de pièces métalliques ayant subi un travail à froid préalable s'accompagne généralement de déformations dont l'importance pratique est considérable et le mécanisme complexe. Je me suis proposé d'une part d'analyser ce mécanisme, et d'autre part de rechercher s'il est possible de déterminer des conditions telles que ces déformations puissent s'annuler.

Ayant à choisir entre divers types d'écrouissages je me suis limité tout d'abord à l'étude des réactions au chauffage d'éprouvettes cylindriques écrouies par une torsion à froid initiale. Les éprouvettes ainsi préparées étaient placées verticalement dans l'axe d'un four à atmosphère et température contrôlées, et j'ai enregistré mécaniquement grâce à un dispositif très simple et facile à imaginer les déformations de ces éprouvettes pendant leur chauffage et leur refroidissement.

Plusieurs types de cycles thermiques ont été utilisés et les essais ont porté successivement sur des métaux purs (cuivre, nickel), des solutions solides (ferrite au chrome, austénites au nickel-chrome ou au manganèse), et des alliages à deux phases (alliage aluminium-cuivre, aciers au carbone de plusieurs nuances).

En faisant varier régulièrement la torsion initiale, j'ai obtenu des séries de graphiques dont la filiation très progressive montre clairement que les déformations ainsi enregistrées sont exclusivement dues à des influences systématiques liées aux caractères propres de l'alliage. L'ensemble des familles de courbes déformation-température présente le même caractère d'homogénéité que la figure 1 donnée comme exemple.

L'allure assez compliquée de ces graphiques, malgré le caractère relativement simple de la déformation envisagée, et alors même qu'il s'agit de métaux purs ou de solutions solides homogènes, tient à la superposition de plusieurs phénomènes soumis à l'influence commune de la température et du temps et dont les zones d'action se chevauchent plus ou moins.

On peut distinguer en particulier à partir de la température ambiante

---

(1) Séance du 1er juillet 1935.

une première zone dans laquelle la déformation est subordonnée au déplacement d'équilibre des couples internes par suite de la viscosité accrue des couches superficielles et du relèvement de limite élastique (vieillissement) de la partie centrale moins écrouie. La conséquence de ce déplacement d'équilibre est dans tous les cas une déformation de sens opposé au couple ayant déterminé la position d'équilibre initiale [1].

Dans la zone de recristallisation apparaissent des déformations dont le sens et l'amplitude dépendent de la nature de l'alliage, de son état physi-

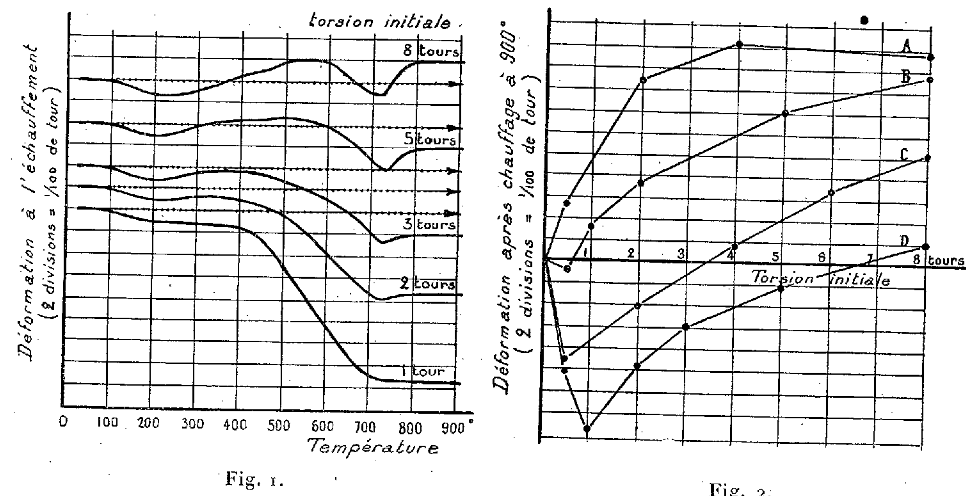


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1. — Variations de la déformation en fonction de la température d'éprouvettes d'un acier au carbone hypoeutectoïde (C = 0,68 pour 100), après un recuit normal et divers degrés de torsion initiale à froid. Chauffage de 20 à 900° en 75 minutes, la température croissant selon une loi exponentielle.

Fig. 2. — Variations, en fonction de la torsion initiale, de la déformation résultant d'un chauffage à 900°, d'un acier au carbone hypoeutectoïde (C = 0,68 pour 100) ayant subi au préalable divers traitements thermiques :

A, chauffage à 950°, refroidissement dans du plomb à 500°; B, chauffage à 950°, refroidissement à l'air calme; C, chauffage à 875°, refroidissement 15° par minute; D, chauffage à 875°, refroidissement 3° par minute.

cochimique, et de l'importance de l'écrouissage provoqué par la torsion initiale. Ces déformations sont en relation étroite avec les perturbations apportées par l'écrouissage au diagramme dilatométrique dans la même zone de température.

---

(1) Polary et Sachs ont signalé la détorsion de fils de cuivre dans des circonstances analogues.

Alors que les deux effets précédents présentent un caractère strictement irréversible, de telle sorte que la déformation provoquée par le chauffage reste entièrement acquise pendant le refroidissement, j'ai constaté que la transformation polymorphique des métaux ferreux apparaît au contraire sur les diagrammes de déformation aussi bien au refroidissement qu'à l'échauffement, avec le décalage habituel de température entre les points Ac et Ar et avec une amplitude d'autant plus grande que la torsion initiale a été plus intense.

Grâce à la diversité de ces manifestations, le problème primitivement envisagé, à savoir l'annulation de la déformation au chauffage après une déformation à froid imposée à l'avance, apparaît susceptible de solution dans un certain nombre de cas. La figure 2 par exemple, qui correspond à un acier hypoeutectoïde et à divers degrés de torsion préalable, montre qu'il suffit d'agir sur la structure initiale de cet acier pour obtenir, grâce à une compensation suffisante des divers effets thermiques, l'annulation de la déformation à chaud.

J'ai vérifié par des essais complémentaires que l'on peut exercer une action analogue sur le sens et la grandeur de la déformation due au chauffage, d'éprouvettes déformées non plus par torsion, mais par flexion. En agissant sur la structure initiale de ces éprouvettes, il est possible d'obtenir dans les mêmes conditions l'annulation de cette déformation, annulation qui présente un gros intérêt dans certaines fabrications de précision, notamment celle des ressorts.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'autoxydation de l'hexadécane normal.* Note [1] de M. **Georges Arditti**, transmise par M. Paul Sabatier.

Nous avons étudié précédemment [2] l'autoxydation de l'huile de paraffine par barbotage d'oxygène. L'altération globale du produit était suivie par des mesures physicochimiques de tension superficielle et de viscosité. Étant donnée la diversité des carbures qui constituent l'huile de paraffine et dans le but de préciser le mécanisme de l'oxydation des hydrocarbures

---

(1) Séance du 29 juillet 1935.

(2) Georges Arditti, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 944; **193**, 1931, p. 589 et **195**, 1932, p. 136.

saturés, nous avons fait choix d'un composé défini, l'hexadécane normal, dont la préparation est relativement aisée.

De nombreux auteurs [1] ont déjà étudié l'oxydation de carbures saturés définis, mais leurs recherches ont porté sur des systèmes homogènes, l'hydrocarbure se trouvant entièrement vaporisé à la température de l'expérience. A notre connaissance, seules les études de M. Chavanne, relatives à l'oxydation des carbures cycloforméniques [2], ont eu lieu en système hétérogène, mais cet auteur ne considère que les produits formés en fin de réaction sans se préoccuper du processus de l'oxydation.

Il nous a semblé qu'en opérant à température peu élevée, et qu'en suivant d'une part l'absorption de l'oxygène, et d'autre part la composition de l'atmosphère gazeuse pendant toute la durée de l'expérience, il nous serait possible de préciser certains points du mécanisme de l'oxydation.

Étant donnée la lenteur de la réaction aux températures envisagées, nous avons réalisé un appareil sensible, fonctionnant sous pression constante, et permettant la mesure précise des volumes gazeux. Cet appareil est constitué essentiellement par un microvoluménomètre pour la mesure de l'absorption et par un dispositif de remplissage à pression constante.

Pour examiner les produits gazeux, on fait le vide dans l'appareil à des intervalles déterminés, et on le remplit à nouveau d'oxygène pur, ce qui revient à réaliser l'oxydation sous une pression constante d'oxygène. Les gaz recueillis sont analysés.

Pour une température donnée, nous avons observé l'existence d'une période d'induction, après laquelle la vitesse d'absorption de l'oxygène augmente rapidement, passe par un maximum, puis diminue et tend lentement vers zéro.

A cette absorption correspond la formation de vapeur d'eau, de gaz carbonique, d'oxyde de carbone, d'hydrogène et de méthane, en l'absence de tout composé non saturé, et l'on constate que la composition du mélange gazeux varie suivant la phase de l'oxydation.

Voici quelques résultats exprimant en fonction du temps, d'une part la quantité d'oxygène absorbé, et d'autre part les quantités des différents gaz

---

(1) En particulier BONE, *Flame and combustion in gases*, 1927; POPE, DYSKRA et EDGAR, *Journ. Am. Chem. Soc.*, 1929, p. 1875.

(2) G. CHAVANNE et ses collaborateurs, *Bull. Soc. Chim. Belg.*, 36, 1927, p. 206; 40, 1931, p. 611 et 626 et 41, 1932, p. 209.

formés. Ces résultats, donnés en centimètres cubes, correspondent à deux expériences effectuées à deux températures différentes sur 1g d'héxadécane.

Expérience à 111°.

Durée en heures.	O^2 absorbé.	Gaz formés.		
		CO^2.	CO.	H^2+CH^4.
0...	0	0	0	0
31...	4,93	1,76	3,87	traces
67...	37,89	4,00	4,90	1,23
125...	107,03	12,00	7,96	4,65
......	......	.....	....	....
628...	230,89	31,01	20,19	9,00
662...	232,06	31,51	20,77	9,08
716...	232,71	31,83	21,51	9,15

Expérience à 132°.

Durée en heures.	O^2 absorbé.	Gaz formés.		
		CO^2.	CO.	H^2+CH^4.
0...	0	0	0	0
6...	3,51	0,29	0,89	0,23
13...	41,83	2,26	3,10	2,33
17...	61,85	4,08	4,48	3,80
.....	.....	....	....	....
280...	261,11	35,41	16,90	13,79
320...	273,36	38,61	17,69	14,00
370...	287,09	42,21	18,54	14,35

Il est curieux de noter que, pour toutes les températures étudiées, le début de l'oxydation est accompagné d'un dégagement d'oxyde de carbone prédominant par rapport aux autres gaz. Cette prépondérance en oxyde de carbone ne disparaît qu'en prolongeant l'expérience et la formation de gaz carbonique devient alors la plus importante. Il est également intéressant de signaler que la quantité H^2+CH^4 formés et la quantité d'oxygène absorbé suivent sensiblement la même loi de variation.

Lorsque la température s'élève la période d'induction diminue, la vitesse et la limite d'absorption de l'oxygène d'une part, la vitesse et la limite de formation pour chacun des gaz d'autre part, sont plus grandes.

En comparant l'oxygène entrant dans les produits gazeux et l'oxygène qui a disparu, on constate que ce dernier est en quantité notablement supérieure; il faut donc conclure à la formation de produits oxygénés qui restent en dissolution dans l'excès de carbure. La connaissance de ces produits est nécessaire pour préciser le mécanisme de la réaction. Nous poursuivons cette étude.

GÉOLOGIE. — *Sur la structure des Cévennes dans la région définie par la feuille de Largentière au 1/80000e*. Note (1) de M. **Henri Longchambon**, présentée par M. Louis de Launay.

En dehors des massifs granitiques de la Margeride, du Lozère et de Montselgues et négligeant les terrains volcaniques et sédimentaires relati-

(1) Séance du 16 juillet 1935.

vement récents, nous considérons cette région comme formée à partir de terrains provenant d'un métamorphisme général et soumis à des actions mécaniques et magmatiques intenses et simultanées, peut-être contemporaines en certains points de ce métamorphisme, mais souvent nettement postérieures, aboutissant à un complexe de granites, gneiss, micaschistes et roches intermédiaires ou accessoires provenant fréquemment de réactions chimiques locales. L'hétérogénéité apparente de la disposition et du facies des éléments est encore accrue par de rapides et grandes variations de profondeurs d'érosion par rapport aux conditions physicochimiques de ces actions. Une étude minutieuse des actions mécaniques et des actions chimiques, de leurs liaisons, de leur continuité sur le terrain, de leur variation en fonction des profondeurs d'érosion, du genre de celle dont M. de Launay a donné récemment les principes directeurs (¹) et à laquelle cette région se prête remarquablement, permet cependant de dégager avec certitude, bien que par approximations successives, les caractéristiques structurales de l'ensemble. Nous n'exposerons ici que les grandes lignes des résultats ainsi obtenus. Nous donnerons ultérieurement de tous les faits un relevé aussi précis et détaillé que possible, de façon qu'ils puissent être examinés dans la complexité de leurs relations et sur le terrain.

1° En explorant les terrains de la moitié Est de la feuille, et allant du Nord au Sud, on trouve jusqu'au contact avec la masse de micaschistes située au Sud une zone intensément plissée, avec puissantes actions magmatiques syntectoniques, d'axe NEE-SWW et E-W, zone arasée à des profondeurs magmatiques décroissantes. Elle montre au Nord le complexe gneisso-granitique profond des Cévennes, puis une région de racines dirigées Est-Ouest, puis une région d'écailles décrites antérieurement (²) paraissant dues à une poussée venue du Sud et reliant cet ensemble aux micaschistes Sud. Ceux-ci plongent Sud-Est à Sud-Ouest et contiennent normalement le batholite granitique de Montselgues.

2° La région située dans la moitié ouest de la feuille, en bordure du massif de la Margeride n'est pas le prolongement normal de la précédente. Elle montre ce massif intrusif dans un ensemble cristallophyllien préalablement plissé, injecté syntectoniquement, différencié en micaschistes et

(¹) L. DE LAUNAY, *Études sur le Plateau Central* (VI) (*Bull. Serv. Carte*, 35, 1933, p. 185).

(²) A. DEMAY et H. LONGCHAMBON. *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 993 et *Bull. Soc. Géol. France*, 5e série, 2, 1932, p. 211.

gneiss, et actuellement décapé à des profondeurs décroissantes du Nord au Sud. Lors de la mise en place du granit et postérieurement à celle-ci, une action tangentielle dirigée vers le Sud-Est a donné dans la zone nord très gneissique des accidents cassants repris par la granulite, dans la zone médiane des écailles dont la parfaite netteté est due à la structure préalable en gneiss et micaschistes alternés, dans la zone sud purement micaschisteuse une structure en écailles peu visible. Ces écailles s'enracinent sous le granit. Elles sont de pendage N-W faible ou nul dans les zones médiane et sud. Au Nord les pendages se redressent et tendent vers le S-W pour envelopper la Margeride.

3° Ces régions Est et Ouest se relient par une zone de discontinuité axée NNE-SSW à N-S suivant une ligne passant par la vallée de l'Allier entre la Veyrune et la Bastide. Dans sa partie sud, cette discontinuité apparaît ainsi : Abordée en venant de la zone d'écailles située à l'Ouest elle apparaît comme une base d'écaille inférieure résultant de la rupture brusque d'une voûte anticlinale gneissique, rupture à laquelle succède sur le terrain une zone de plissements à petite échelle et d'écrasements suivis d'une reprise magmatique intense. Abordée en venant de la zone Est, à discontinuités structurales Est-Ouest très redressées, on observe une virgation brusque de celles-ci vers le Sud, accompagnée d'un plissement intense et d'écrasements parallèlement à cette discontinuité avec reprise granulitique massive.

Vers le Nord à partir de la Veyrune cette discontinuité intéresse de part et d'autre des éléments de profondeur magmatique croissante et apparaît comme une zone granulitique mal délimitée s'élargissant et s'infléchissant au Nord-Est, séparant deux régions à caractéristiques structurales différentes.

Vers le Sud, elle paraît disparaître avec les gneiss sous les micaschistes, mais elle est prolongée dans ceux-ci par l'accident bien connu sous le nom de faille de Villefort.

4° Pour rester momentanément dans le domaine strict des faits d'observation nous signalons donc les remarques suivantes :

a. les directions structurales E-W, qui prolongent sur cette feuille les directions des Cévennes septentrionales, ne s'incurvent pas au Nord-Ouest pour pénétrer dans la zone de la Margeride mais tournent brusquement au Sud, parallèlement à la bordure de cette dernière en même temps qu'elles subissent un abaissement d'axe rapide;

b. la bordure cristallophyllienne du massif de la Margeride, contre

laquelle se produit cette virgation, a des directions structurales qui la relient à la partie médiane du Massif Central, en particulier au synclinal d'Arlanc;

c. cette virgation au Sud est accompagnée de phénomènes mécaniques et magmatiques intenses entre ces deux zones et de poussées au Nord dans la zone interne située à l'Est, au Sud-Est dans la zone externe située à l'Ouest;

d. la ligne de discontinuité ainsi définie intéresse de part et d'autre et du Nord au Sud, en direction NNE-SSW, puis N-S, des terrains de profondeurs magmatiques décroissantes et est prolongée au Sud dans les micaschistes par la discontinuité de Villefort-Génolhac dont Fabre (1) avait déjà montré le caractère très important.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains crétacés de la zone côtière du Gabon.* Note de M. **B. Choubert**, présentée par M. Henri Douvillé.

J'ai résumé (2) les données recueillies sur les terrains anciens du Gabon au cours d'une mission géologique effectuée en 1933-1934 pour le Gouvernement de l'A. E. F.

A l'ouest des Monts de Cristal, ces terrains sont recouverts en transgression par le complexe sédimentaire plus récent qui repose en grande discordance, tantôt sur la formation plissée de l'Ogooué (village N'Zoumou sur l'Ogooué; concession de la C. E. F. A. au sud du Lac Ayem), tantôt sur le Cristallin (piste Lac Azingo-Akondjo sur le Ramboué; piste Fougamou-Agouma sur le Rembo N'Komi, non loin de cette dernière localité). Parfois le contact semble se produire par faille (piste Akok-Médègue).

Ce complexe débute par un ensemble d'argiles multicolores et de grès tendres avec quelques intercalations conglomératiques (poudingue de Kom, piste Akok-Médègue; conglomérat de Similé, sur la même piste, etc.). Au-dessus, plus près de la côte, viennent des terrains dans lesquels j'ai trouvé des gisements fossilifères. Ce sont :

1° les marnes psammitiques verdâtres d'Avaga (affluent de la M'Bei) en aval d'Akok, contenant des morceaux de lignite et des nodules à

(1) G. Fabre, *Bull. Serv. Carte*, 53, 1895, p. 73.

(2) B. Choubert, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 149.

Parahoplites sp. accompagnées de *Cerithium trimonile* d'Orb. et de lamellibranches de petite taille;

2° les grès argileux de Batavéa (région de Libreville) ont livré *Tissotia* nov. sp. dont la cloison rappelle celle de *T. Tissoti*, Bayle, des Natices de grande taille, voisines de *Natica gabonensis* St. Meunier, *Cardium hillanum* d'Orb., *Lima clyeiformis* d'Orb. et *Campanile* sp.

3° les calcaires durs, blancs, de Libreville, dans lesquels ont été recueillis *Inoceramus concentricus* Park., *Ampullina bulbiformis* Sow., *Lima Meslei* Péron, *Botriopygus* sp., *Cycloseris* sp.

Ces mêmes calcaires et les grès gris de la carrière de Libreville contiennent une microfaune composée de petites Rosalines, avec des algues : une Codiacée, *Bouëina* et une Dasycladacée, *Neomeris* sp.;

4° les grès argileux à galets roulés de la falaise du Cap Estérias, qui contiennent des *Venericardia* (*Cyprina*) *cf. Barroisi* Coquand et des dents de *Corax pristodontus* premut. *Kaupi* Agass;

5° les grès durs dolomitiques du littoral, entre le Cap Estérias et le Cap Santa Clara sont pétris de *Cardium productum* Sow., *Cardium carolinum* d'Orb., *Cardium cf. lineatum* Münst., *Volutocorbis indica* Douvillé, *Volutilites elongata* d'Orb., *Megaspira* sp., etc.;

6° les grès dolomitiques bitumineux d'Apopé, riches en dents de poissons : *Corax pristodontus* premut. *Kaupi* Agass., *Scaphanorhyncus rhaphiodon* Agass., *Onchosaurus* (*Gigantichtys cf. Pharao* Dames, *Simolectis sphærodus* sp., et qui ont livré en outre *Nerita* (*Otostoma*) *parvula* Binkhorst;

7° les grès argileux tendres de Chinchoua contiennent des moules externes de *Trigonia scabra* Lamarck;

8° les marnes gréseuses verdâtres de N'Soum (piste Azingo-Akondja) dans lesquelles j'ai recueilli de nombreux *Turrilites cf. costatus* d'Orb.

Ces premières déterminations, contrôlées par M. H. Douvillé, paraissent situer le gisement 1 dans l'Albien, les gisements 2 et 3 dans le Turonien, les gisements 4, 5, 6 et 7 dans le Sénonien et enfin le gisement 8, si l'attribution des moules internes aux Turrilites est exacte, dans le Cénomanien.

Ces terrains sont affectés par de fréquentes cassures et forment en outre un dôme à grand rayon de courbure dont l'axe serait orienté Nord-Sud et correspondrait sensiblement à l'estuaire de Mondah.

Hormis ce mouvement principal, j'ai observé de fréquentes ondulations secondaires montrant des pendages pouvant aller jusqu'à une vingtaine de degrés.

La colline sur laquelle est situé le phare de la Pointe Denis (en face de Libreville) est formée d'un pointement de basalte limburgitique, accompagné de filons de la même roche et d'une coulée volcanique contenant des éléments empruntés au Crétacé supérieur. Son âge paraît donc très récent, tertiaire ou quaternaire.

GÉOLOGIE. — *Quelques traits de la paléogéographie algérienne à l'Éocène moyen*. Note [1] de M. **Jacques Flandrin**, présentée par M. Charles Jacob.

A la fin des temps secondaires, l'Algérie septentrionale fut affectée d'un mouvement général de surélévation qui détacha du domaine maritime la plupart des massifs nord-algériens. Ceux-ci restèrent émergés durant tout l'Éocène inférieur, alors que la mer suessonienne, succédant en continuité à celle du Crétacé supérieur, formait un bras de mer étroit, localisé plus ou moins exactement sur les régions méridionales du Tell, qui se reliait, dans l'est constantinois, à un grand bassin recouvrant le Bas Sahara, le massif de l'Aurès, les Monts des Némenchas, la région de Tébessa et la presque totalité de la Tunisie. Cette paléogéographie de l'Éocène inférieur a été rendue classique, depuis longtemps, par les travaux des géologues algériens.

Il en est de même de la notion d'une transgression lutétienne sur les régions précédemment émergées de l'Algérie septentrionale. Mais à ma connaissance, aucune précision n'a jamais été apportée sur la direction suivant laquelle s'était effectuée cette invasion marine. Il était donc possible d'admettre, comme paraît l'avoir fait E. Haug dans son Traité (p. 1507) et commme l'a fait M. M. Gignoux dans sa *Géologie stratigraphique* (p. 473, *fig*. 107), que cette transgression était partie de la mer suessonienne sud-tellienne pour s'étendre, en direction du Nord, sur le bord d'une grande terre émergée occupant l'emplacement actuel de la Méditerranée occidentale.

En réalité, si l'on reporte sur une carte à petite échelle les différents affleurements de l'Éocène moyen existant en Algérie, on est frappé aussitôt par l'existence d'une zone continue, dépourvue de tout sédiment lutétien, qui sépare les régions littorales où l'Éocène moyen est transgressif, au Nord, de celles où le Lutétien fait suite aux dépôts suessoniens, au Sud. Cette zone s'étend depuis la région comprise entre Bône et la Calle, à l'Est,

(1) Séance du 16 juillet 1935.

jusqu'à l'Ouest d'Oran. Sa largeur est d'environ 25km dans la région de Guelma et au Sud du Djurdjura. Elle atteint 50km dans la région de Sétif et 70km au Sud du Cap Ténès.

Il semble donc qu'il se soit constitué, à la fin de l'Éocène inférieur et au début de l'Éocène moyen, une zone émergée, ou tout au moins de hauts fonds qui, durant tout le Lutétien, forma seuil entre les régions littorales et les régions sud-telliennnes. En prenant naissance, ce seuil détermina une régression du rivage septentrional de l'ancienne mer suessonienne, tandis que l'Algérie septentrionale était envahie par une mer venant du Nord, qui, contournant les massifs primaires kabyles en partie exondés, déposait ses sédiments transgressifs en bordure de la zone nouvellement émergée.

Cette hypothèse permet non seulement de comprendre l'absence de tout sédiment lutétien dans la région définie plus haut, mais encore apporte une explication à une série de faits difficiles à interpréter autrement.

1° Dans la partie occidentale de la Chaîne Numidique il existe des affleurements de Lutétien transgressif au Sud de lambeaux suessoniens concordants sur le Crétacé supérieur [1]. La présence de cet Éocène moyen, indépendant du Suessonien connu plus au Nord, ne peut s'expliquer si l'on fait venir la transgression lutétienne du bras de mer sud-tellien. Ou bien il faudrait admettre une interprétation tectonique incompatible avec les données du terrain.

Il n'en est plus de même si l'on envisage la formation, à la fin de l'Éocène inférieur, d'un seuil ayant rejeté au Sud le rivage de l'ancienne mer suessonienne, tandis qu'une mer lutétienne nouvelle, venant du Nord, étalait ses sédiments transgressifs en bordure de la zone émergée.

2° Dans tout le Lutétien inférieur du sillon sud-tellien et dans le Lutétien supérieur de sa partie occidentale une espèce de Nummulite abondamment représentée est *Numm. Gizehensis* Forsk. Il en est de même des *Thersitées* et des nombreuses variétés d'*Ostrea multicostata* Desh. Ces fossiles font complètement défaut dans l'Éocène moyen de l'Algérie septentrionale.

Inversement, l'Éocène moyen du littoral algérien est caractérisé par l'abondance des Nummulites granuleuses telles que *N. Lucasi* d'Arch., *N. gallensis* A. Heim, *N. uroniensis* A. Heim, *N. aturicus* Jol et Leym.,

---

(1) E. Ficheur, *A. F. A. S.*, *Congrès de Bordeaux*, 1895, séance du 8 août, p. 1 à 11; L. Joleaud, *Carte géologique au 1/50000e*, *Feuille Sidi Dris*, Service géologique de l'Algérie, Alger, 1910.

N. millecaput Boubée, etc. Aucune de ces espèces n'a jamais été rencontrée dans le Lutétien de la zone sud-tellienne.

Ces différences faunistiques sont difficilement explicables dans l'hypothèse d'une transgression lutétienne venant du Sud. Elles sont au contraire aisées à comprendre si l'on admet l'existence d'un seuil empêchant, ou tout au moins gênant considérablement, les relations entre les régions sud-tellienne et littorale et si l'on fait venir la transgression lutétienne d'une mer située plus au Nord, dans laquelle vivait une faune inconnue dans la mer à Thersitées.

3° Enfin, dans le domaine de l'ancienne mer suessonienne, le Lutétien supérieur se termine par des marnes à Ostracées et Thersitées, souvent séléniteuses, parfois par des masses gypseuses considérables qui font penser à une mer presque fermée se transformant peu à peu en lagune. Dans la zone littorale au contraire, le Lutétien supérieur se termine par des sédiments conglomératiques et gréseux, encore riches en Nummulites, qui témoignent de l'existence d'une mer libre ne disparaissant pas par comblement progressif, mais par refoulement vers le Nord sous l'effet des premiers mouvements pyrénéens.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le réseau de linine du noyau et ses constituants; leur homologation avec les nucléosomes des Schizophytes* (*Bactériacées et Cyanophycées*). Note (¹) de M. **A.-Charles Hollande**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Il existe dans le noyau de la cellule deux substances chromatiques : l'une, acidophile, constituant le nucléole, l'autre, basophile, formant la chromatine; cette dernière est déposée sur le réseau des filaments de linine et prend l'aspect de granulations, de plages ou de croûtelles plus ou moins étendues. Selon les auteurs, la chromatine serait une substance colloïdale qui, à l'état de sol, serait dissoute dans le nucléoplasme, et, à l'état de gel, se présenterait sous les formes mentionnées. A un certain degré de condensation, la chromatine, de basophile, deviendrait oxyphile.

En appliquant à l'étude de la structure nucléaire (végétaux et animaux) les méthodes cytologiques qui m'ont permis de mettre en évidence les divers organites de la cellule des Schizophytes (nucléosome, para et métanucléosomes), j'ai constaté que sous le nom de chromatine étaient désignés des éléments très différents entre eux.

(¹) Séance du 1er juillet 1935.

Voici comment, d'après mes observations, j'interprète la structure du noyau.

Dans un nucléoplasme, de réaction généralement neutrophile, parfois faiblement acidophile ou basophile, le nucléole apparaît sous la forme d'une masse unique ou d'inclusions multiples, plus ou moins individualisées.

Dans ce même nucléoplasme se voient de nombreux et fins corpuscules, fortement cyanophiles et sidérophiles après chromisation; constamment en division chez les noyaux des cellules jeunes, ces corpuscules sont réunis

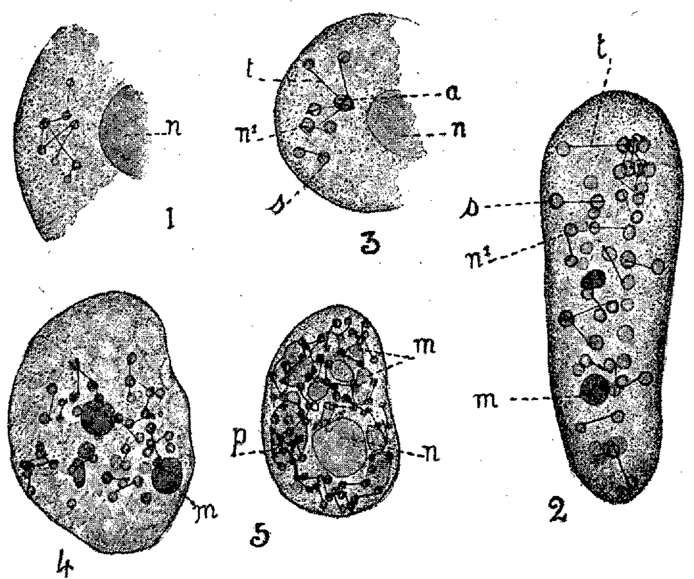


Fig. 1, 3, 4, différents aspects des nucléosomes et des sphères satellites du noyau de la jacinthe (*Hyacinthus orientalis* L.); 2, noyau de l'intestin moyen d'une larve de phrygane (*Stenophylax*, sp.); 5, noyau d'un tube de Malpighi de l'hydrophile (*Hydrophilus pistaceus* Cast.). — *n*, nucléole; *t*, tractus réunissant deux nucléosomes en division; *s*, sphère satellite des nucléosomes (n^1); en *a*, fig. 3, réunion de plusieurs sphères satellites; *m*, masse de chromatine; *p*, plage de chromatine englobant nucléosomes et sphères satellites; *c*, *cl*; ocul. 18, obj. Zeiss 2^{mm}, 1,40. Fig. 2, 4, 5, col^n mann-orange; fig. 1, col^n hématoxyline au fer; fig. 3, col^n éosinates du bleu de méthylène.

deux à deux par un fin et parfois long tractus, également sidérophile et cyanophile. Les corpuscules cyanophiles sont souvent accolés à une ou plusieurs petites sphères, généralement peu colorables, quelques fois faiblement érythrophiles, et retenant plus ou moins la laque ferrique, après chromisation. Corpuscules cyanophiles en division et sphères satellites sont diversement répartis en des plans différents dans tout le nucléoplasme; ces éléments peuvent être adossés à la membrane nucléaire; les tractus s'entrecroisent fréquemment les uns au-dessus des autres, sans se toucher, ni se fusionner.

Les corpuscules cyanophiles sont, selon moi, entièrement homologables aux nucléosomes des Schizophytes; quant à leurs tractus, ils constituent les filaments de linine des auteurs; leur ensemble forme le réseau de linine (*t*, *fig*. 1 à 5).

Dans le nucléoplasme, entre plusieurs nucléosomes, s'élaborent assez souvent des masses chromatiques à contours plus ou moins circulaires, rarement anguleux; celles-ci repoussent fréquemment sur leurs bords les nucléosomes et les sphères satellites, qui d'ailleurs ne sont pas toujours décelables. Après chromisation, les masses chromatiques retiennent faiblement l'hématoxyline ferrique et les colorants d'aniline. Les nucléosomes et leurs tractures demeurent au contraire fortement colorables. Les nucléosomes et les sphères satellites sont les grains de chromatine des auteurs; les masses chromatiques, à contours souvent irréguliers, constituent les nappes, les croûtelles de chromatine si souvent décrites. Parfois, plusieurs masses de chromatine se réunissent pour former de grandes plages; on peut rencontrer de nombreux nucléosomes à l'intérieur de ces plages. Dans certains cas, on y observe également des inclusions érythrophiles qui semblent dériver directement ou indirectement du nucléole.

La membrane nucléaire est le résultat d'une condensation périphérique du nucléoplasme et non de la chromatine; ceci n'exclue pas, au cours de la formation de cette membrane, la réaction du protoplasme.

Tels sont, au stade dit de repos, les constituants du noyau. Au cours de la karyokinèse et de la méïose, de nouvelles élaborations nucléaires s'établissent.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Hydrolyse diastasique*, in situ, *du ciment intercellulaire*. Note de M. **Henri Colin** et M[lle] **Andrée Chaudun**, transmise par M. Marin Molliard.

Le suc hépato-pancréatique d'Escargot attaque facilement l'hydratopectine, c'est-à-dire le mélange de pectate et d'arabane qu'on extrait, par l'eau chaude, des pulpes végétales préalablement dessucrées. Le galactose et l'arabinose fixés sur le noyau uronique sont rapidement détachés, le noyau lui-même est disloqué à la longue et converti en acide galacturonique. Le rapport α/p de la déviation polarimétrique (pour $l=1$) au pouvoir réducteur (en glucose pour 100^{cm^3}, d'après G. Bertrand) ne cesse de décroître au cours de l'hydrolyse pour s'approcher plus ou moins, suivant les proportions initiales d'arabane et de pectate, de 0,8, chiffre théorique

d'un mélange d'une molécule de galactose (0,84) une d'arabinose (1,02) et quatre d'acide galacturonique (0,73).

Le ciment intercellulaire, *in situ*, ne résiste pas davantage au suc d'*Helix*. La pulpe dessucrée de Betterave livre, en peu de temps, au contact du ferment, même à la température ordinaire, des produits réducteurs en abondance, galactose et arabinose d'abord, plus tard acide galacturonique. L'énergie de l'attaque dépend non seulement des sortes de Betteraves, mais de l'état de la pulpe et des conditions de dessucrage; il est difficile, au laboratoire, d'atteindre à la perfection de la diffusion industrielle. Dès le début, la liqueur flocule par la baryte et donne nettement la réaction des composés uroniques à la naphtorésorcine. Le quotient α/p, bien supérieur à 1, dès le début, reste d'abord stationnaire, puis se met à baisser pour se fixer vers l'unité. Il ne fait pas de doute que le milieu fermentaire ne dissolve le pectate, fortement dextrogyre, plus vite qu'il ne l'hydrolyse.

On voit ci-dessous les variations, avec le temps, du rapport α/p et du pouvoir réducteur r (en glucose pour 100^g de pulpe). Les conditions sont les suivantes : cossettes industrielles de diffusion, sèches, 100^g, eau 1500$^{cm^3}$, suc d'*Helix* 3$^{cm^3}$, température 15° en moyenne.

t (jours)	1.	2.	3.	5.	7.	10.	14.	17.	28.	50.	100.
r	0,9	1,5	2,8	4,8	7,0	8,9	10,6	12,1	14,2	17,3	21,2
α/p	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1

A la longue, le ferment s'affaiblit et les produits d'hydrolyse font obstacle à la dissolution de nouvelles quantités d'hydratopectine. On évite cet inconvénient en procédant par épuisements successifs. Les cossettes, 100^g comme précédemment, sont mises en contact avec 1^l d'eau et 2$^{cm^3}$ de ferment; le moment venu, on sépare le liquide pour en faire l'analyse et on le remplace par de nouvelle liqueur fermentaire.

On assiste ainsi à la dissolution rapide de l'hydratopectine et à sa lente hydrolyse dans les liqueurs successives. Le quotient α/p, voisin de 2 après 36 heures de contact, pour les premiers extraits, tend à diminuer dans les suivants. Il décroît, avec le temps, dans les liquides séparés de la pulpe et se fixe vers 0,9, tombant même à 0,4 pour les derniers épuisements.

Les sucres et l'acide galacturonique, évalués en glucose, pour l'ensemble des liqueurs parvenues au terme de leur évolution, forment un total de 30^g environ, chiffre élevé dont il faudrait défalquer ce qui peut provenir de matières autres que la pectine. On sait que les cossettes sèches que livre l'industrie donnent, après dessucrage complémentaire, de 30 à 35 pour 100 d'hydratopectine brute.

Après dix extractions successives, la pulpe qui, durant la dernière, d'une durée de trois mois, n'a plus abandonné qu'une faible quantité ($1^{g},3$) de sucre réducteur, ne paraît pas encore complètement débarrassée de matières pectiques, du moins si l'on en juge par sa teneur en alcool méthylique (0,95 pour 100 par le procédé de Zeisel) et par l'acide carbonique (2,2 pour 100) qu'elle dégage sous l'action de HCl, p. s. 1,08, à l'ébullition, le rapport pondéral de l'un à l'autre étant égal à 2,3, à peu près comme dans les pectines. Avant tout épuisement, les chiffres de CO^2 et de CH^3OH étaient, pour les cossettes desséchées prises à la sucrerie Bouchon, respectivement de 6,8 et 2,7.

Il semble ainsi que les derniers vestiges de pectine adhèrent fortement à la paroi cellulosique externe, ce qui est conforme aux vues des Botanistes et justifie l'expression de membrane *pecto-cellulosique*. De fait, si loin que soit poussée l'extraction de la pectine, soit par l'eau chaude ([1]), soit par le suc d'*Helix*, la pulpe ne cesse de manifester une grande affinité pour le rouge de ruthénium. Il est vrai que le colorant en question, de l'avis de L. Lütz ([2]), se fixe également sur la cellulose dès qu'elle est dégradée à point.

GÉNÉTIQUE. — *Constitution et descendance des lignées polycarpiques de* Triticum vulgare H. Note ([3]) de M. **Émile Miège**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Nous avons signalé, en 1926 ([4]), l'apparition, dans un hybride intraspécifique de *Triticum vulgare* H. (*Trit. vulg.* var. *alborubrum* Indian pearl × *Trit. vulg.* var. *oasicolum* Extrême-Sud algérien) de plusieurs lignées dont certaines fleurs renfermaient, non pas un, mais deux ou trois caryopses fertiles. Nous avons poursuivi depuis cette époque l'étude de la descendance de ces souches, de leur hérédité et de leur constitution cytologique.

I. Au cours des premières générations (1928 à 1931), la proportion des fleurs à grains multiples augmenta progressivement, pour atteindre, notamment, une moyenne de 70,5 pour 100 dans l'ensemble de la

---

(1) H. Colin, *Bull. Chim. biol.*, 16, 1934, p. 1333.
(2) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 893.
(3) Séance du 29 juillet 1935.
(4) *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1096,

lignée H. F. 152-2; puis devint *irrégulière*, passant de 0 à 100 pour 100 selon les individus, et diminua sensiblement à la dernière récolte (21 pour 100), la fertilité du sol n'étant pas sans influence sur ce pourcentage, ainsi que nos essais antérieurs l'avaient déjà montré.

II. Nos observations, poursuivies pendant sept années consécutives, non seulement sur l'hérédité, mais aussi sur la nature du caractère polycarpique, ne nous ont pas permis de vérifier les constatations faites par Bledsoe (1) sur le seigle de Géorgie, par Leighty et Sando (2), puis par Antony et par Taylor, sur les hybrides de blé × seigle, d'après lesquelles les carpelles supplémentaires constitueraient une simple anomalie accidentelle, non héréditaire, et due aux conditions de culture, ou proviendraient de la transformation des anthères par pistillodie. Nous n'avons jamais rencontré de modification des étamines, en dehors de leur fréquente et partielle immaturité; dans les centaines de fleurs examinées, *les carpelles doubles ou triples ou leurs vestiges, étaient toujours normaux et indépendants*, alternant avec les étamines intactes, selon le type 3 classique des Monocotylédones. Les grains multiples sont, évidemment, plus ou moins déformés par la compression qu'ils subissent dans les glumelles, et leurs dimensions, comme leur poids individuel, sont plus faibles que ceux des caryopses uniques; de même, les coléoptiles qu'ils engendrent sont, généralement aussi, un peu moins développées.

III. L'étude caryologique des différents types apparus dans ce croisement (*durum*, *dicoccum*, *Spelta*, etc) nous avait déjà montré (3) qu'ils possèdent intégralement la structure de l'espèce à laquelle ils appartiennent. Cette constatation a été confirmée par l'examen cytologique que nous avons effectué, en 1935, sur les jeunes anthères des fleurs polycarpiques des formes *vulgare* de même origine et qui nous a prouvé que *les grains multiples ont la même formule chromosomique que les grains normaux.* Nous avons trouvé en effet, 21 gemini à la prophase hétérotypique et 21 chromosomes à l'anaphase de la division réductionnelle; aucune anomalie n'existe à l'anaphase et à la télophase homéotypique.

---

(1) R. Bledsoe, *Journ. Heredity*, 20, 1929, p. 137.
(2) C. Leighty et W. Sando, *Journ. Heredity*, 15, 1924, p. 263.
(3) E. Miège et M. Simonet, *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 1751.

HYGIÈNE. — *Pouvoir bactéricide de l'eau soumise à l'action combinée de l'argent métallique et du courant continu électrique.* Note de M. **Nicolas Metalnikoff**, présentée par M. Hyacinthe Vincent.

Raulin, en 1870, a signalé le premier que l'*Aspergillus niger* ne se développe pas dans un vase en argent. Depuis lors, ont paru les travaux remarquables de Naegeli (1893) et de H. Vincent (1895).

André Kling (1) démontra que l'argent métallique immergé dans l'eau pendant plusieurs jours rend ce milieu bactéricide pour le bacille typhique et le colibacille. Introduit dans cette eau, le colibacille est tué en 3 ou 4 heures.

Lasseur (2) confirme que l'eau mise en présence de l'argent peut acquérir des propriétés toxiques qui se manifestent même après l'enlèvement du métal.

Le procédé que nous avons employé permet d'obtenir une action bactéricide beaucoup plus intense et incomparablement plus rapide.

Il consiste dans l'action combinée de l'argent métallique et d'un courant électrique. Celui-ci traverse le milieu au moyen d'électrodes, dont l'une au moins, l'anode, est en argent, la cathode est en charbon ou en tout autre conducteur inoxydable.

L'action du courant électrique permet d'obtenir ces propriétés bactéricides au bout de quelques minutes et même de quelques secondes.

Une série d'expériences préliminaires avec des courants continus ou alternatifs de diverses intensités nous a amené à employer un courant continu d'une très faible intensité, de 0,3 à 4 milliampères et de 1,5 à 4,5 volts de tension.

Les résultats peuvent se résumer ainsi :

1. Si l'on immerge dans 1 litre d'eau de robinet ou d'eau de Seine deux tiges d'argent d'une surface de 16^{cm^2}, disposées à une distance de 2^{cm} l'une de l'autre, et si on lance un courant continu faible de 0,3 à 4 milliampères d'intensité et de 1,5 à 4,5 volts de tension, l'eau devient bactéricide après 1 à 2 minutes. Si l'on ajoute à cette eau devenue bactéricide quelques gouttes de suspensions bactériennes, on constate après 1 à 3 heures de contact que tous les bacilles sont tués (voir Tableau).

2. Par contre une lame d'argent métallique de même surface ou d'une surface notablement plus grande, simplement plongée dans l'eau, sans application du courant électrique, non plus que le courant électrique avec

(1) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1402.

(2) *Trav. lab. Microbiologie de la Fac. de Pharm. de Nancy*, fasc. 5, 1932, p. 44.

les deux électrodes en charbon ou avec l'anode en charbon et la cathode en argent, ne produisent pas d'effet bactéricide.

Expériences n°	Désignation de l'espèce bactérienne.	Nombre de colonies contenues dans X gouttes de suspension après 1 à 3 heures de contact.	
		Susp. + argent.	Susp. témoin.
32	Colibacille	0	376
47	»	0	441
109	»	0	461
113	»	0	348
193	»	0	860
142	»	0	1165
131	B. du choléra	0	460
138	B. paratyphique	0	138
147	B. typhique	0	475
141	Staphylocoque doré	0	380

3. Si l'on augmente l'intensité du courant électrique jusqu'à 26 milliampères, avec la même surface d'anode en argent de 16^{cm^2}, il suffit de quelques secondes pour rendre l'eau bactéricide.

4. L'ébullition ne détruit pas les propriétés bactéricides de l'eau activée.

5. Ce procédé confère au milieu un pouvoir bactéricide très élevé. En diluant ce milieu bactéricide dans un volume notablement plus grand d'eau non bactéricide, on communique à cette dernière les mêmes propriétés bactéricides.

6. Le pouvoir bactéricide de l'eau activée persiste plus de 3 mois.

7. Ce procédé permet de régler à volonté la concentration bactéricide du milieu, soit par application d'un courant plus intense, soit en augmentant la surface des électrodes.

250^{cm^3} d'eau de robinet activée pendant une à trois minutes par un courant continu de 50 milliampères d'intensité et de 10 volts de tension (la surface de l'anode étant de 45^{cm^2}) deviennent bactéricides : les bacilles sporulés (*Bact. Ephestiæ* et *B. Cazabon*) ainsi que l'*Aspergillus niger* y sont tués après 2-3 heures de contact.

8. Le pouvoir bactéricide de l'argent métallique est extrêmement élevé. En milieu aqueux, à une concentration inférieure à 1 pour 5000000, le colibacille et le staphylocoque sont tués en trois heures.

L'argent contenu dans l'eau activée ne lui communique aucune saveur, cette eau ne paraît pas nocive. Nourries pendant trois mois avec du pain imbibé d'eau bactéricide, 20 souris se sont très bien portées.

La séance est levée à 15^h20^m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AOUT 1935.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI DOUVILLÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie le décès de M. **Antoine Guntz**, Correspondant pour la Section de Chimie.

M. **Émile Jouguet** fait hommage à l'Académie d'une Notice nécrologique sur *Auguste Rateau*.

M. **A. F. Blakeslee** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier en collaboration avec Mlle Sophia Satisia : *Fertilization in the incompatible cross* Datura Stramonium × D. Metel.

NOMINATIONS.

M. **Emmanuel Leclainche** est désigné pour représenter l'Académie au *Xe Congrès International d'histoire de la Médecine*, qui aura lieu à Madrid du 23 au 29 septembre 1935.

CORRESPONDANCE.

ALGÈBRE. — *Sur les fonctions de matrices.*
Note [1] de M. **Hans Schwerdtfeger**, transmise par M. Élie Cartan.

Soit $f(z)$ une fonction analytique de la variable complexe z et A une matrice carrée d'ordre $n \geqq 2$, dont les éléments sont des nombres complexes. Si la fonction $f(z)$ est univalente dans un domaine D, qui contient les racines de A comme points intérieurs, il y aura toujours un polynome $f_{(A)}(z)$ de degré $< n$ tel que $f(A) = f_{(A)}(A)$. Mais si la fonction est multivalente, il y a des *valeurs* $f(A)$ qui ne sont pas représentables par des valeurs de polynomes en A.

Nous dirons que $f_1(A)$ est *une valeur de* $f(z)$ *pour* A, s'il existe une branche de la fonction inverse $g(z)$ de $f(z)$ telle que $g[f_1(A)] = A$.

En appliquant la définition de M. M. Cipolla [2], qui s'appuie sur la décomposition de A, donnée par la théorie des diviseurs élémentaires, on aurait la possibilité de calculer toutes ces valeurs d'une fonction multivalente $f(z)$ pour A. Ici le groupe $\mathbf{G} = \mathbf{G}(A)$ de toutes les matrices régulières T, permutables avec la matrice fixe A, s'introduit d'une manière naturelle.

Dans cette Note, nous allons donner une classification de toutes les valeurs $f(A)$, fondée sur la définition de M. Cipolla. Pour cela nous proposons les définitions suivantes :

Définition 1. — *Une valeur* $f_1(A)$ *de* $f(z)$ *pour* A *s'appelle une valeur isolée, si* $T^{-1} f_1(A) T = f_1(A)$ *pour tous les* T *dans* $\mathbf{G}$.

Mais s'il y a dans $\mathbf{G}$ *au moins une matrice* T *telle que* $T^{-1} f_1(A) T \neq f_1(A)$, *la valeur* $f_1(A)$ *sera appelée une* valeur cumulée.

La seule valeur $f(A)$ d'une fonction univalente $f(z)$ sera toujours isolée. Dans le cas d'une fonction $f(z)$ multivalente, il y a aussi des matrices A telles que toutes les valeurs $f(A)$ soient des valeurs isolées.

Exemple : Soient $f(z) = \sqrt{z}$ et $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$; il y a seulement les deux valeurs $f(A) = \pm \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$.

---

[1] Séance du 5 août 1935.

[2] *Rendiconti Circ. Mat. Palermo*, 56, 1932, p. 144-154.

A chaque valeur $f_1(A)$, on peut associer le sous-groupe $\mathbf{G}_{f_1} = \mathbf{G}_{f_1}(A)$ de $\mathbf{G} = \mathbf{G}(A)$, comprenant toutes les matrices S de $\mathbf{G}$, pour lesquelles

$$S^{-1} f_1(A) S = f_1(A).$$

On aura $\mathbf{G}_{f_1} = \mathbf{G}$, si $f_1(A)$ est une valeur isolée; dans tous les autres cas, $\mathbf{G}_{f_1}$ est un vrai sous-groupe de $\mathbf{G}$. Généralement $\mathbf{G}_{f_1}(A)$ n'est pas égal à $\mathbf{G}(f_1(A))$, ce dernier n'étant pas nécessairement un sous-groupe de $\mathbf{G}(A)$.

Avec $f_1(A)$, on a aussi

$$\overline{f_1}(A) = T^{-1} f_1(A) T$$

comme valeur de $f(A)$, si T est un élément de $\mathbf{G}$. Les deux valeurs seront appelées conjuguées. Aux valeurs conjuguées correspondent des sous-groupes conjugués $\mathbf{G}_{\overline{f_1}}$ et $\mathbf{G}_{f_1}$ de $\mathbf{G}$. Au surplus :

DÉFINITION 2. — *Deux valeurs $f_1(A)$ et $f_2(A)$ de $f(z)$ seront appelées semblables si les sous-groupes correspondants $\mathbf{G}_{f_1}$ et $\mathbf{G}_{f_2}$ sont des sous-groupes conjugués ou égaux dans* $\mathbf{G}$.

Les valeurs semblables à une valeur $f_1(A)$ donnée sont des éléments d'une classe $\mathbf{C}$ au sens ordinaire. Toutes les valeurs isolées forment une classe $\mathbf{C}_0$. Les valeurs cumulées se répartissent en un nombre fini k_f de classes; on peut évaluer ce nombre : soit g le nombre des vrais sous-groupes non conjugués de $\mathbf{G}$. Alors on a

$$k_f \leqq g.$$

Cette borne g ne dépend que de la matrice A.

Des valeurs semblables ne sont pas toujours conjuguées; mais on a le résultat suivant :

THÉORÈME. — *Étant donnée une valeur quelconque $f_1(A)$ d'une classe* $\mathbf{C}$, *on peut calculer tous les autres éléments de cette classe* ([1]) *à l'aide d'opérations purement algébriques.*

Pour démontrer cette proposition, on a besoin des deux lemmes suivants. Le premier est un théorème de Dirac et Turnbull ([2]), d'après lequel chaque valeur isolée $f_1(A)$ est représentable par un polynome en A. Le deuxième lemme peut être exprimé ainsi :

([1]) Il ne s'agit ici que des valeurs non conjuguées à $f_1(A)$ dans $\mathbf{C}$; les autres seront déterminées par transformations avec des matrices de $\mathbf{G}$.

([2]) H.-W. TURNBULL et A.-C. AITKEN, *An Introduction to the Theory of canonical Matrices*, London and Glasgow, 1932, Chap. X, Théorème I, p. 150-151.

LEMME. — *Pour chaque vrai sous-groupe* $\mathbf{G}_f$ *de* $\mathbf{G}$ *on peut trouver une matrice* A_f *telle que* $\mathbf{G}_f$ *comprenne toutes les matrices régulières, permutables avec* A_f.

L'intérêt du théorème mentionné consiste en ce qui suit : Soit $f_h(A)$ une valeur quelconque de la classe **C**. Si $f_k(A)$ est un autre élément de **C**, non conjugué au premier, il y aura une fonction algébrique $\chi_{kh}(z)$ telle qu'on ait la relation $\chi_{kh}[f_h(A)] = f_k(A)$. Au sens de cette opération, toutes les fonctions χ_{kh} forment un groupoïde (1) Γ. Le produit $\chi_{kh} \circ \chi_j^i$ existe toujours, si $h = j$, et l'on a $\chi_{kh} \circ \chi_{hi} = \chi_{ki}$. Les unités sont les opérations χ_{kk}.

Le groupoïde Γ est univoquement défini comme système d'opérations abstraites, si l'on a fixé les représentants non conjugués de la classe **C**. Mais dans le choix des fonctions $\chi_{kh}(z)$, il y a encore beaucoup d'arbitraire. On pourrait rechercher le mode du changement de Γ, si l'on remplace le système des représentants de **C** par un autre. La signification de Γ pour les valeurs $f_k(A)$ est comparable à celle du groupe de Galois pour les racines d'une équation algébrique.

TOPOLOGIE. — *Sur les propriétés infinitésimales des ensembles fermés de dimension arbitraire.* Note (2) de M. **Boris Kaufmann**, transmise par M. Élie Cartan.

Dans cette Note j'exposerai quelques résultats nouveaux sur la structure infinitésimale d'ensembles fermés de dimension arbitraire qui sont basés sur les propriétés intégrales des ensembles obtenues dans les dernières années par les méthodes de la topologie combinatoire. D'après un résultat fondamental de M. Alexandroff (3), chaque ensemble fermé de dimension r (dans l'espace euclidien R^n) contient un noyau F r — dimensionnel, c'est-à-dire un ensemble fermé F enlacé avec un cycle algébrique $(n-r-1)$ — dimensionnel. Il est donc possible de réduire notre problème à celui de la structure infinitésimale de noyaux, ceux-ci étant nécessairement des multiplicités générales (cantoriennes).

I. Soit $F = B^r$ une multiplicité générale à r dimensions relatif à un

---

(1) H. Brandt, *Math. Ann.*, 96, 1927, p. 360.

(2) Séance du 5 août 1935.

(3) Voir P. Alexandroff, *Math. Annalen*, 106, 1932, p. 214.

voisinage sphérique U dans R^n. Soit $\{B^{r-j}\}_{j=1,2,\dots,r}$ une suite d'ensembles fermés $(r-j)$ — dimensionnels telle que chaque ensemble B^{r-j} soit décomposé en deux parties dans U par l'ensemble B^{r-j-1},

$$B^{r-j} = {}^1B^{r-j} + B^{r-j-1} + {}^2B^{r-j}.$$

Soit $\{\Gamma^{n-r+j-1}\}_{j=1,2,\dots,r}$ une suite de cycles algébriques mod o dans $U - B^{r-j}$ telle que 1° $\Gamma^{n-r+j-1} \not\sim 0$ dans $U - B^{r-j}$; 2° il existe une décomposition de chaque cycle Γ^{n-r+j} en deux complexes, $\Gamma^{n-r+j} = {}^1Q^{n-r+j} \to {}^2Q^{n-r+j}$, ${}^1Q^{n-r+j} \to \Gamma^{n-r+j-1}$ dans $U - {}^1B^{r-j}$, $-{}^2Q^{n-r+j} \to \Gamma^{n-r+j-1}$ dans $U - {}^2B^{r-j}$. Les suites $\{B^{r-j}\}$ et $\{\Gamma^{n-r+j-1}\}$ étant données, nous appelons la suite $\{\Gamma^{n-r+j-1}\}$ une *suite fondamentale* en correspondance duelle avec les coupures $\{B^{r-j}\}$ de F.

Lemme 1. — *Soit* $\{\Gamma^{n-r+j-1}\}$ *une suite fondamentale de cycles en correspondance duelle avec les coupures* $\{B^{r-j}\}$. *Il existe alors une suite de cycles infinis (loc. cit.) (au sens relatif de M. Lefschetz)* $Z^{r-j} = z_1^{r-j}, z_2^{r-j}, \dots, z_3^{r-j}, \dots,$ $(\mathrm{mod}\, m_k)$ *dans* B^{r-j} $(0 \leq j \leq r)$ *telle que pour chaque* k, $z_k^{r-j} = {}^1C_k^{r-j} + {}^2C_k^{r-j}$, $C_k^{r-j} \to z_k^{r-j-1}$ *dans* ${}^1B^{r-j}$, $-{}^2C^{r-j} \to z_k^{r-j-1}$ *dans* ${}^2B^{r-j}$.

Lemme 2. — *Soit* $\{\Gamma^{n-r+j-1}\}$ *une suite fondamentale de cycles en correspondance duelle avec une suite de coupures* $\{B^{r-j}\}$. *On peut alors construire une suite fondamentale* $\{\gamma^{n-r+j-1}\}$ *de cycles* arbitrairement petite, $\delta(\gamma^{n-1}) < \varepsilon$ *en correspondance duelle avec la suite* $\{B^{r-j}\}$.

Lemme 3 (lemme principal). — *Les suites* $\{\Gamma^{n-r+j-1}\}$ *et* $\{B^{r-j}\}$ *étant données en correspondance duelle, on peut construire pour chaque* $0 \leq h \leq r$ *une* multiplicité (*noyau*) arbitrairement petite $f^h \subset F$ *de dimension* h *contenant des points de l'ensemble* B^0. *En outre il existe une suite décroissante et infinie de multiplicités* f^h *contenant des points de* B^0.

Si F *est enlacé avec une sphère* $n-r-1$ — *dimensionnelle*, on peut sans peine construire les suites $\{\Gamma^{n-r+j-1}\}$ et $\{B^{r-j}\}$.

Théorème I [1] (extension locale du théorème de Phragmen-Brouwer-Alexandroff). — *Soit* B^{r-1} *un ensemble* $(r-1)$ *dimensionnel décomposant un noyau arbitraire* F *en deux parties* ${}^1F$ *et* ${}^2F$. *Alors il existe une multiplicité* arbitrairement petite $f^h \subset F$ *de dimension* r *décomposée par* B^{r-1}. *En outre il existe une suite décroissante de multiplicités* f^r *décomposées par* B^{r-1}.

Théorème II (extension du lemme fondamental de M. Lebesgue). — *Soit* F

(1) La démonstration de ce théorème, celle des lemmes 1, 2, 3 et des théorèmes II et III paraîtront dans d'autres Recueils.

enlacé avec une sphère $(n-r-1)$ *dimensionnelle* [1], *et soit* F *la somme des parties arbitrairement petites telle que le produit de toutes les* $k(=2, 3, \ldots, r+2)$ *parties de* F *est* $(r-k+1)$ *dimensionnel au plus* [2]. *Si* F *est divisé en parties suffisamment petites, il existe une multiplicité* h — *dimensionnelle arbitrairement petite pour chaque* $0 \leqq h \leqq r$ (*et même des suites décroissantes de telles multiplicités*), *contenant des points de* $r+1$ *parties au moins de* F.

II. On arrive à une analyse plus profonde des ensembles en introduisant la notion de points de multiplicité. Nous appelons un point de convergence d'une suite décroissante de multiplicités h-dimensionnelles dans un ensemble fermé A un *point de multiplicité h-dimensionnel* (Mannigfaltigkeitspunkt) de A.

Soit Φ^h l'ensemble de tous les points de multiplicité h-dimensionnels de A(dim. A $=r$). Φ^h sera défini comme *homogènement j-dimensionnel relativement* à A(hom. dim. $\Phi^h=j$ rel. A) si j est le nombre entier le plus petit tel que chaque paire d'ensembles A′ et A″ fermés et disjoints dans A puisse être séparée sur A par une coupure $B(r-1)$ dimensionnelle au plus, telle que hom. dim. $\Phi^h B \leqq j-1$ rel. B; hom. dim. $\Phi^h = -1$ rel. A si $\Phi^h A = 0$. (Si A contient un seul point, hom. dim. Φ^h rel. A et $=0$ si $A \subset \Phi^h$ et $=-1$ autrement).

En supposant F enlacé avec une sphère, nous avons alors

Théorème III. — *L'ensemble* Φ^h *de tous les points de multiplicité h-dimensionnels de* F *pour chaque valeur* $h=0, 1, \ldots, r$ *a la dimension homogène r.*

Théorème IV. — *L'ensemble* $\Phi^{0,1,\ldots r}$ *de tous les points de* F *qui sont simultanément des points de multiplicité de toute dimension possible* $(0, 1, 2, \ldots, r)$ *a la dimension homogène r.*

La démonstration du théorème IV dépend d'une construction spéciale de cycles $\{\gamma^{n-r+j-1}\}$ en correspondance duelle avec les coupures $\{B^{r-j}\}$. En supposant les conditions du théorème II nous démontrerons aussi *l'existence de* $r+1$ *parties de* F *contenant le même point de multiplicité de dimension arbitraire.*

Les théorèmes II, III, et IV peuvent être facilement généralisés pour les noyaux d'ensemble r-dimensionnels tout à fait arbitraires dans R^n tels que

---

(1) En particulier *toutes* les surfaces fermées de dimension arbitraire sont comprises parmi ces ensembles.

(2) L'existence de telles décompositions d'un ensemble est bien connue (Menger-Urysohn'scher Zerlegungssatz).

$n \leqq 2r$. On peut aussi obtenir une solution complète dans le cas d'ensembles arbitraires dont les nombres généralisés de Betti (de toutes dimensions) sont finis.

THÉORIE DES GROUPES. — *Sur les invariants intégraux des variétés représentatives des groupes de Lie simples clos.* Note [1] de M. **Richard Brauer**, transmise par M. Élie Cartan.

M. E. Cartan [2] a démontré que le $p^{\text{ième}}$ nombre de Betti B_p d'un espace isogène symétrique clos est égal au nombre maximum des invariants intégraux linéairement indépendants d'ordre p. Un théorème de topologie, utilisé dans la démonstration, a été depuis démontré par M. G. de Rham [3]. Comme application, M. Cartan a démontré que, dans le cas de l'espace E d'un groupe de Lie semi-simple clos de rang l, la somme de tous les B_p est égal à 2^l. M. L. Pontrjagin [4] a déterminé les nombres B_p eux-mêmes pour les quatre grandes classes de groupes simples clos par des méthodes topologiques directes. Dans la présente Note sont déterminés les invariants intégraux des espaces E relatifs à ces groupes, ce qui fournit une nouvelle manière d'obtenir le résultat de Pontrjagin [formules (4)].

Soit ω une forme différentielle d'ordre p dans la variété d'un groupe de Lie simple G : $\omega = \Sigma a_{i_1 i_2 \ldots i_p} dx^{i_1} dx^{i_2} \ldots dx^{i_p}$. Les $a_{i_1 i_2 \ldots i_p}$ sont des fonctions des coordonnées $x^1, x^2, \ldots, x^r$ d'un point x de G; on peut les supposer symétriques gauches par rapport aux indices. Par une transformation linéaire sur les dx^i, les expressions $dx^{i_1} dx^{i_2} \ldots dx^{i_p}$ se transforment comme les composantes correspondantes d'un tenseur symétrique gauche de rang p. Une transformation infinitésimale δs de G donne à chaque x de G un accroissement $dx = \delta s . x$. Les composantes dx^i de dx sont des combinaisons linéaires des composantes δs^i de δs, de sorte qu'on peut écrire

$$\omega = \Sigma b_{i_1 i_2 \ldots i_p} \delta s^{i_1} \delta s^{i_2} \ldots \delta s^{i_p}. \tag{1}$$

D'après M. Cartan, la forme ω est invariante si les b sont des constantes et si ω ne change pas de valeur par une transformation linéaire quelconque du groupe adjoint A effectuée sur $\delta s^1, \delta s^2, \ldots, \delta s^r$.

---

(1) Séance du 5 août 1935.

(2) *Annales Soc. pol. Math.*, 8, 1929, p. 181.

(3) *Journal Math. pures appl.*, 10, 1931, p. 165-190.

(4) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1277.

Les groupes en question G sont des groupes de transformations linéaires d'un espace vectoriel à n dimensions R. Si $y_1, y_2, \ldots, y_p$ sont des vecteurs variables de R et $U_1, U_2, \ldots, U_p$ des vecteurs variables de l'espace dualistique, on peut former au moyen des composantes des Y_ρ et des U_ρ un tenseur symétrique gauche Z de rang p jouissant des propriétés suivantes : les composantes $z^{i_1 i_2 \ldots i_p}$ de Z sont linéairement indépendantes; elles dépendent linéairement de chaque Y_ρ et de chaque U_ρ; par une transformation g de G elles se transforment comme $ds^{i_1}\, ds^{i_2} \ldots ds^{i_p}$ dans (1) par la transformation de A qui correspond à g. Si par suite on remplace dans (1) $ds^{i_1}\, ds^{i_2} \ldots ds^{i_p}$ par $z^{i_1 i_2 \ldots i_p}$ on obtient un invariant f de G linéaire par rapport aux Y_ρ et U_ρ. La linéarité de f par rapport aux $z^{i_1 i_2 \ldots i_p}$ s'exprime par des conditions de symétrie faciles à indiquer. Réciproquement si l'on remplace dans un tel invariant de G les $z^{i_1 i_2 \ldots i_p}$ par $ds^{i_1}\, ds^{i_2} \ldots ds^{i_p}$, on obtient une forme différentielle invariante ω. Les invariants de G peuvent être formés grâce au théorème fondamental de la théorie des invariants. La détermination d'un système complet d'invariants linéairement indépendants satisfaisant aux conditions de symétries voulues conduit essentiellement à la discussion de questions simples sur les groupes de permutations. La limitation unitaire du groupe G est sans influence et peut être laissée de côté.

Je me bornerai dans ce qui suit à l'indication de mes résultats. C'est à M. Cartan que je dois la notation explicite employée (au lieu de la forme symbolique de la théorie des invariants que j'avais d'abord utilisée).

Soit $x = \| x^i_k \|$ un élément quelconque de G, $dx = \| dx^i_k \|$, $x^{-1} = \| \xi^i_k \|$. On peut utiliser les x^i_k comme des coordonnées — du reste surabondantes — dans G. Formons pour h entier

$$\Omega_h = \Sigma \xi^{i_1}_{k_1} \xi^{i_2}_{k_2} \ldots \xi^{i_p}_{k_p}\, dx^{k_1}_{i_h}\, dx^{k_2}_{i_1} \ldots dx^{k_p}_{i_{p-1}} = \text{trace de } [(x^{-1} . dx)^h]. \tag{2}$$

En dehors du cas du groupe orthogonal de dimension paire n on obtient de la manière suivante un système complet de formes différentielles linéairement indépendantes correspondant aux invariants intégraux d'ordre p. On multiplie $\Omega_{h_1}, \Omega_{h_2}, \Omega_{h_3}, \ldots$, au sens de la multiplication extérieure, où les indices h_ν satisfont aux relations

$$h_1 + h_2 + h_3 + \ldots = p, \qquad 1 < h_1 < h_2 < h_3 < \ldots < 2n + 1, \tag{3}$$

avec les conditions supplémentaires suivantes :

a. Groupe unimodulaire. — h_ν doit être impair. Le nombre des invariants intégraux est alors égal au nombre des décompositions (3) de p en

une somme de nombres impairs distincts h_ν, $1 < h_\nu < 2n+1$. On en déduit

$$(4a)\quad 1 + B_1 t + \ldots + B_{r-1} t^{r-1} + t^r = (1+t^3)(1+t^5)\ldots(1+t^{2n-1}) \qquad (r = n^2 - 1).$$

b. Groupe d'un complexe linéaire. — On doit avoir $h_\nu \equiv -1 \pmod 4$, d'où

$$(4b)\quad 1 + B_1 t + \ldots + B_{r-1} t^{r-1} + t^r = (1+t^3)(1+t^7)\ldots(1+t^{2n-1}) \qquad [2r = n(n+1)].$$

c. Groupe orthogonal de dimension impaire n. — On doit avoir $h_\nu \equiv -1 \pmod 4$, d'où

$$(4c)\quad 1 + B_1 t + \ldots + B_{r-1} t^{r-1} + t^r = (1+t^3)(1+t^7)\ldots(1+t^{2n-3}) \qquad [2r = n(n-1)].$$

d. Groupe orthogonal de dimension paire n. — On doit avoir $h_\nu \equiv -1 \pmod 4$, $h_\nu < 2n-1$.

Mais les invariants intégraux indiqués plus haut ne fournissent une base que pour les invariants « pairs », qui ne changent pas par une transformation orthogonale *impropre* sur $\delta s^1, \delta s^2, \ldots, \delta s^r$. Le groupe adjoint est lui-même orthogonal. Il existe par suite une relation invariante entre les tenseurs symétriques gauches d'ordres $r-p$ et p, ce qui permet de déduire de chaque forme invariante ω d'ordre $r-p$ une forme ω^* d'ordre p impair : on a ainsi la base complète cherchée. On a alors

$$(4d)\quad 1 + B_1 t + B_2 + B_{r\nu} t^{r-1} + t^r = (1+t^3)(1+t^7)\ldots(1+t^{2n-5})(1+t^{n-1}) \qquad [2r = n(n-1)].$$

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions-limites des sommes partielles d'une série entière à la frontière du cercle de convergence.* Note [1] de M. **Georges Bourion.**

Considérons une série de Taylor qui définit dans son cercle de convergence C une fonction analytique $f(x)$; nous supposerons que C est le cercle-unité, $|x| < 1$, et nous désignerons par Γ sa circonférence. Dans chacune des deux hypothèses suivantes : une suite partielle de polynomes-sections converge uniformément sur Γ, ou : la série, c'est-à-dire la suite

---

[1] Séance du 13 mai 1935.

de tous les polynomes-sections, converge en un point de Γ, la limite coïncide avec le prolongement radial de $f(x)$. Si maintenant une suite partielle de polynomes-sections $\{s_{n_k}\}$ converge sur un ensemble E de points de Γ, les résultats résumés ci-dessous indiquent un arbitraire complet pour la fonction-limite si la suite $\{n_k\}$ n'est soumise à aucune restriction, et donnent au contraire une extension du théorème d'Abel dans le cas envisagé au paragraphe 3.

1. On peut déterminer une série de Taylor (S), convergente pour $|x|<1$, qui jouit de la propriété suivante :

Soit une fonction $\varphi(x)$, définie et continue en tout point de Γ, sauf peut-être pour $x=1$; *il existe une suite partielle de polynomes-sections de* (S) *qui, sur tout arc de* Γ *ne contenant pas le point* $x=1$, *converge uniformément vers* $\varphi(x)$.

(S) est déterminée une fois pour toutes, *indépendamment de* $\varphi(x)$; $\varphi(x)$ n'est pas supposée définie pour $|x|\neq 1$, ni au point $x=1$.

2. On peut de même former une série de Taylor (Σ), convergente pour $|x|<1$, jouissant de la propriété suivante :

Soit $\psi(x)$, définie et continue sur $|x|=1$, mais arbitraire; *il existe une suite partielle de polynomes-sections de* (Σ) *qui converge vers* $\psi(x)$ *en tout point de* Γ.

On peut d'ailleurs exiger que la convergence soit uniforme sur Γ autour de tout point autre que $x=1$.

3. Soit une série de Taylor $\Sigma a_n x^n$ définissant dans $|x|<1$ une fonction analytique $f(x)$; *supposons qu'un groupement convenable de termes donne une série qui, sur un ensemble* E *de points de la circonférence-unité* Γ, *converge uniformément et soit majorée par une série convergente de constantes positives* u_k :

$$\sum_n a_n x^n = \sum_k \mathrm{P}_k(x) \qquad (\text{égalité } \textit{formelle}),$$

$$\mathrm{P}_k(x) = \sum_{n_k \leqq n < n_{k+1}} a_n x^n,$$

$$\max_{x \text{ sur E}} |\mathrm{P}_k(x)| \leqq u_k, \qquad \Sigma u_k < \infty.$$

Alors, *si* E *est de mesure angulaire positive et si* $n_{k+1} : n_k$ *tend vers* 1, *la somme de* $\Sigma \mathrm{P}_k(x)$ *sur* E *coïncide, presque partout sur* E, *avec* $f(x)$ *définie par prolongement radial.*

Ce résultat montre en particulier l'existence, presque partout sur E, de la limite radiale de $f(x)$.

La démonstration se fait simplement quand E est un arc et prouve alors la coïncidence partout à l'intérieur de l'arc; elle est assez délicate dans le cas général et repose sur l'étude, au voisinage de E, de la fonction de Green de l'ensemble complémentaire.

Si $n_{k+1} : n_k$ est borné supérieurement et si la mesure de E est assez grande :

$\omega > (\lambda - 1)/(\lambda + 1)$, où $2\pi\omega =$ mesure angulaire de E, $\lambda = \overline{\lim}\, n_{k+1} : n_k$, il existe sur E un point au moins où la somme de $\Sigma P_k(x)$ coïncide avec $f(x)$ définie par prolongement radial. Cette coïncidence a par suite lieu sur un ensemble de points de E dont la mesure angulaire est au moins

$$2\pi\left[\omega - \frac{\lambda - 1}{\lambda + 1}\right].$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'appréciation a priori de la valeur d'un combustible commercial pour les moteurs.* Note [1] de M. **Marcus Brutzcus**, présentée par M. Émile Jouguet.

J'ai signalé à plusieurs reprises que dans le fonctionnement des moteurs à combustion interne la variation de la quantité de molécules lors de la combustion jouait un rôle important :

1° Dans mon travail sur la théorie des moteurs envisagée au point de vue de la cinétique des réactions chimiques [2], j'ai montré que la combustion des différents combustibles dans les moteurs se passe d'autant plus avantageusement que cette variation est plus grande.

2° Le même facteur a une influence directe sur le rendement. L'augmentation du nombre de molécules à la combustion augmente, tandis que sa diminution fait tomber le rendement (voir p. 53 du travail précité).

3° J'ai montré aussi [3] que ledit facteur joue un rôle important dans le phénomène de détonation.

Pour ces trois raisons, on doit tenir compte de la variation du nombre de molécules lors de combustion *dans l'appréciation* à priori *de la valeur d'un combustible destiné à être brûlé dans les moteurs.*

---

[1] Séance du 29 juillet 1935.

[2] *Contribution à la théorie des moteurs*, Paris, 1923, et l'article dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement de l'Industrie Nat.*, 136, 1924, p. 400.

[3] *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1186.

Les combustibles commerciaux, comme on sait, présentent un mélange de différents corps chimiques souvent très compliqué. On peut compter que les qualités d'un combustible commercial au point de vue des trois éléments mentionnés ci-dessus sont représentées par la moyenne des qualités de tous les corps entrant, ce qui se laisse généralement estimer par des essais. La détermination des variations de la quantité de molécules pour un corps chimique pur ne présente aucune difficulté. Des formules générales sont données dans le travail mentionné (p. 41). Mais l'identification analytique de ces corps purs forme une tâche très compliquée. Pour notre but il suffit de connaître la variation moyenne du combustible commercial entier.

Si, d'après le dosage élémentaire, le combustible contient C pour 100 de carbon, H pour 100 d'hydrogène et O pour 100 d'oxygène, on peut déterminer la variation moyenne d'après les formules suivantes qu'on peut facilement déduire des formules ci-dessus mentionnées.

Si l'huile est introduite à l'état liquide :

$$v_l = \frac{\frac{H/1}{4} + \frac{O/16}{2}}{C/12 + \frac{H/1}{4} - \frac{O/16}{2}} \times 100 = \frac{H + O/8}{C/3 + H - O/8} \times 100;$$

à l'état de vapeur ou gazeux :

$$v_v = \frac{0{,}02\,\delta\left(H/4 + \frac{O/16}{2}\right) - 1}{1 + 0{,}02\,\delta\left(C/12 + \frac{H}{4} - \frac{O/16}{2}\right)} \times 100 = \frac{0{,}02\,\delta(H + O/8) - 4}{4 + 0{,}02\,\delta(C/3 + H - O/8)} \times 100.$$

Si le combustible ne contient pas d'oxygène :

$$v_l = \frac{H.100}{C/3 + H}, \qquad v_v = \frac{0{,}02\,\delta.H - 4}{4 + 0{,}02\,\delta(C/3 + H)} \times 100,$$

où δ est la densité de la vapeur. Si le combustible est un corps chimique homogène, 2δ est égal à son poids moléculaire. Les chiffres ainsi obtenus n'ont qu'une valeur comparative. Pour comparer les différents combustibles on peut se contenter des chiffres obtenus d'après les formules déduites pour l'introduction du combustible à l'état liquide en raison de leur grande simplicité.

En réalité, les considérations exposées ci-dessus sont tout à fait con-

formes aux résultats expérimentaux que l'on trouve dans la littérature technique, comme le démontre le tableau suivant [1] :

	Huile.	Dosage. C %.	H %.	Pouvoir calor.	Dépense gr/CV.h.K.	cal/CV.h.	Variation $\frac{H.100}{C/3+H}$.
43.	Cracking naphte de Pechelbr.	85,1	14,2	10362	220	2279	33,4
45.	Cracking pétrole de Pechelbr.	85,9	13,6	10232	240	2455	32,3
3.	Naphte brut de Galicie......	86,5	13,0	10151	250	2538	31
73.	Naphte brut de Bakou.......	86,3	12,9	10162	250	2540	31
74.	Huile Diesel spéc. Bakou.....	86,4	12,9	10129	255	2583	30,9
75.	Naphte brut de Bakou.......	86,1	12,8	10166	255	2567	30,8
65.	Huile de Roumanie.........	87,0	11,9	9877	265	2617	29
66.	Naphte brut de Roumanie...	87,2	11,3	9902	305	3020	28

Les chiffres concernant la détonation ont été donnés dans la Note précitée.

D'après ces considérations, une conséquence pratique s'impose :

Pour caractériser la valeur d'un combustible commercial pour les moteurs, *on doit toujours marquer à côté de sa puissance calorifique, la variation du nombre de ses molécules lors de la combustion.*

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action du soufre sur l'argent.* Note [2] de M. **René Dubrisay**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Le noircissement bien connu de l'argent peut être produit par le soufre lui-même, sans qu'il soit besoin de faire intervenir un composé sulfuré [3]. Si dans un tube scellé on dispose une lame d'argent au-dessus d'une petite quantité de soufre solide, une patine apparaît sur le métal à température ordinaire au bout de quelques semaines et le noircissement est net après 3 ou 4 mois. Mais le noircissement se manifeste au bout de 2 à 3 heures dans le vide obtenu au moyen de la trompe de Langmuir, et après 8 à 10 heures sous une pression de 1/50e de millimètre de mercure.

---

(1) *Zeit. d. Ver. d. Ing.*, 1913, p. 1586. Les consommations de combustible sont plus grandes qu'ordinairement, les essais ayant été exécutés avec un très petit moteur Diesel (5 CV).

(2) Séance du 17 juin 1935.

(3) René Dubrisay, *Comptes rendus du XIIe Congrès de Chimie industrielle*, 29, 1933, p. 631.

Ce résultat est dû pour une part à l'augmentation de vitesse de sublimation du soufre et de diffusion de sa vapeur dans les atmosphères très diluées. Il faut tenir compte aussi du fait que le vide débarrasse la lame de métal de la couche de gaz adsorbé qui forme à la surface un enduit protecteur ([1]). Ce second point de vue semble justifié par les observations suivantes :

a. Dans le gaz carbonique humide, sous une pression de 1 à 2/10e de millimètre de mercure, le noircissement est beaucoup plus lent que dans l'air sec et débarrassé de gaz carbonique à la même pression. Or, le gaz carbonique et la vapeur d'eau sont parmi les constituants de l'air les plus facilement adsorbables.

b. Au-dessous de l'étranglement du tube qui contient la lame d'argent, on dispose deux branches dans chacune desquelles on place deux ampoules contenant l'une du soufre, l'autre un corps solide ou liquide ayant une tension de vapeur très faible : alcool amylique, acide stéarique, naphtaline, etc. ([2]). On fait le vide, on scelle, puis on casse successivement les deux ampoules en terminant par celle qui contient le soufre. On observe ainsi un ralentissement notable, parfois même un arrêt de la sulfuration.

Je poursuis ces recherches dont apparaissent nettement les conséquences en divers domaines (corrosion des métaux, catalyse, hétérogène, etc.)

MÉTALLURGIE. — *Sur la recristallisation de l'aluminium pur.* Note de MM. **Jean Calvet**, **Jean-J. Trillat** et **Miloslav Paič**, transmise par M. Maurice de Broglie.

L'un de nous ([3]) a montré, par examen des propriétés mécaniques, l'influence considérable des traces d'impuretés sur la vitesse du recuit de l'aluminium raffiné. Nous avons continué ces recherches en étudiant par spectrographie X la recristallisation du métal le plus pur préparé jusqu'à ce jour en France. C'est un aluminium titrant environ 99,9986 et contenant à peu près : Fe 0,0002 °/₀, Si 0,0009 °/₀, Cu 0,0003 °/₀.

([1]) Cf. J.-J. Trillat, *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 129.

([2]) Connaissant la tension de vapeur de ces corps, il est possible de comparer la vitesse de sulfuration de l'argent observée dans ces conditions à celle que l'on obtiendrait à la même pression dans une atmosphère de gaz moins adsorbables (air, azote, etc.)

([3]) J. Calvet, *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 66.

Dans un lingot provenant directement de la cuve d'affinage on a découpé une plaque de $22^{mm},9$ d'épaisseur; cette plaque a été laminée à froid : en huit passes identiques, l'épaisseur est passée de $22^{mm},9$ à $7^{mm},75$, puis trois dernières passes l'ont amenée successivement à $5^{mm},32$, $2^{mm},86$ et enfin $1^{mm},08$.

Après divers recuits, la feuille obtenue a été examinée aux rayons X (raies K de Mo, 15 MA, 40 KV, collimateur de 2^{mm} de diamètre, distance de l'échantillon à la plaque 2^{cm}, temps de pose 3 minutes). Voici les résultats obtenus :

A 0°, après 6 heures, on ne voit aucun signe de recristallisation; de faibles traces apparaissent après 12 heures; après 24 heures on a encore à peu près le même aspect qu'après 12 heures; après 38 heures la recristallisation est très nettement commencée; on en a suivi le développement progressif après 64 heures et 133 heures; elle n'est pas complète après 336 heures et même après 48 jours dans un autre essai.

A 25°, après 30 minutes, il y a une faible trace de recristallisation; celle-ci est très nettement indiquée après une heure, elle se développe après 3, 6, 12, 133 heures, et n'est pas complètement terminée après 336 heures. Dans un autre essai elle était terminée après 48 jours.

A 40°, après une minute, on voit de faibles traces de recristallisation; celle-ci est très nettement marquée après trois minutes; après 16 heures, la recristallisation est très avancée, elle continue à croître après 24 heures et on peut l'estimer terminée après environ 32 à 48 heures.

A 60°, la recristallisation n'est pas complète après une heure ni après 3 heures; elle est terminée après 6 heures.

A 100°, la recristallisation est déjà complète après une minute, et, pour des températures plus élevées, cette recristallisation complète est pratiquement instantanée. Par exemple, à 150° elle est déjà terminée après 5 secondes, etc.

Ces résultats montrent bien que dans le cas d'un métal *très pur* la vitesse de recristallisation est *extrêmement grande*. On voit aussi que cette vitesse augmente rapidement quand la température s'élève : ainsi le temps nécessaire à la recristallisation complète est de l'ordre de 32 à 48 heures à 40°, de l'ordre de 6 heures à 60° et il est inférieur à une minute à 100°.

De plus l'examen des clichés obtenus montre que l'on ne retrouve pas pour le métal de la plus grande pureté la recristallisation particulière décrite par deux d'entre nous ([1]) pour d'autres aluminiums raffinés et qui se traduit par la présence *simultanée* dans le métal de gros individus cristallins avec des restes de la structure d'écrouissage.

L'aluminium à 99,9986 recristallise à peu près normalement et il n'y a

---

([1]) J.-J. Trillat et M. Paić, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1037.

pas formation de cristaux très importants avant qu'ait disparu la structure fibreuse de laminage.

Enfin on doit signaler encore un fait assez surprenant : dans ce métal très pur les cristaux ne semblent pas avoir particulièrement tendance à grossir vite, tout au moins pour des températures de recuit moyennes. Ainsi la taille des cristaux ne semble guère augmenter lorsque la durée du recuit à 150° passe de 30 secondes à 318 heures, et il en est à peu près de même lorsqu'on prolonge cette durée de 1 à 164 heures à 250°.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Oxydes organiques dissociables et structure anthracénique. Sur l'existence d'un photo-oxyde de l'anthracène : sa décomposition thermique.* Note [1] de MM. **Charles Dufraisse** et **Marcel Gérard**, transmise par M. Marcel Delépine.

Ayant démontré que la structure anthracénique, tout au moins sous la forme mésodiarylée, était favorable à l'oxydabilité réversible [2], nous nous sommes demandé quel pouvait être, en l'espèce, le comportement du prototype de la série, l'anthracène; comment la dite propriété se trouvait-elle modifiée quand des atomes d'hydrogène remplaçaient les aryles des mésodiaryl-anthracènes ?

Chez les rubènes, ce genre de substitution ne modifie pas l'oxydabilité photochimique, mais entrave, au contraire, la dissociabilité, au point que le photo-oxyde d'un rubène privé de deux phényles n'a plus la propriété de libérer de l'oxygène par pyrolyse [3].

D'après notre théorie, exposée dans le travail précédent [2], qui établit un étroit parallélisme entre les deux catégories de composés, d'une part, l'anthracène devait s'oxyder rapidement à la lumière, comme un rubène, et, d'autre part, le photo-oxyde formé devait se décomposer à chaud, mais sans émettre d'oxygène. C'est ce que nous avons recherché.

A s'en tenir aux données bibliographiques, la question paraissait définitivement tranchée par la négative, c'est-à-dire contre notre hypothèse, car de nombreux auteurs ont étudié longuement l'irradiation, en présence d'air, de l'anthracène dissous, donc dans les conditions mêmes où, suivant

---

(1) Séance du 22 juillet 1935.

(2) Charles Dufraisse et André Etienne, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 280.

(3) Charles Dufraisse et Maurice Loury, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1673.

nos vues, l'hydrocarbure devait s'oxyder. Or, à notre connaissance, on n'a jamais signalé d'oxyde comme produit résultant de cette opération, mais seulement l'hydrocarbure dimère bien connu, le para-anthracène (ou dianthracène). Bien plus, l'anthracène était rangé parmi les corps les plus résistants à l'autoxydation.

Il fixe pourtant l'oxygène à la lumière, ainsi que nous l'avions supposé, en formant un oxyde semblable aux photo-oxydes des rubènes; on atteint

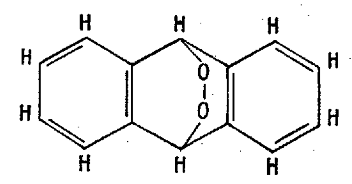


Fig. 1. — Photo-oxyanthracène.

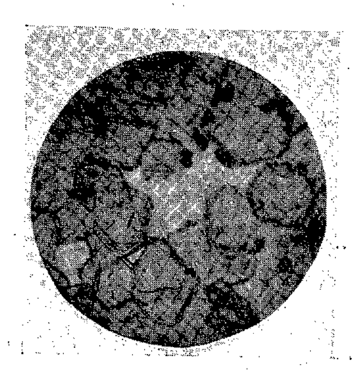


Fig. 2. — Anthracène.

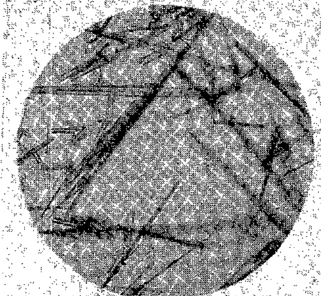


Fig. 3. — Photo-oxyanthracène.

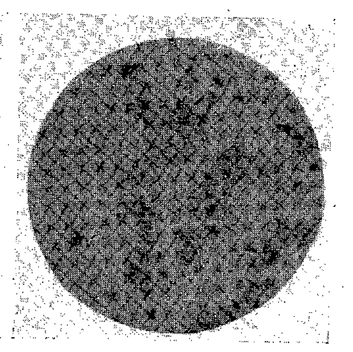


Fig. 4. — Dianthracène.

même avec facilité des rendements élevés, quand on utilise un mode opératoire convenable.

Le photo-oxyanthracène, $C^{14}H^{10}[O^2]$, est un corps incolore, bien cristallisé (*fig.* 3), auquel, par raisons d'analogies, doit revenir la formule (1).

La solubilité est intermédiaire entre celle de l'anthracène, qui est très élevée, et celle du dimère qui est très faible. Ces différences permettent de séparer sans peine du mélange réactionnel les trois composés susceptibles d'y coexister : les figures 2, 3 et 4 montrent les facies caractéristiques des trois sortes de cristaux.

Stable à la température ordinaire, le photo-oxyanthracène se décompose explosivement vers 120°, *sans dégagement d'oxygène*.

Ainsi, l'anthracène fixe l'oxygène à la lumière, mais n'est pas apte à le rendre ensuite par dissociation thermique. Ces deux faits, que rien ne laissait soupçonner jusqu'ici, viennent à l'appui de la théorie qui a permis de les prévoir, et par conséquent de les trouver.

HÉMATOLOGIE. — *Les érythrocytes, l'hémoglobine et la valeur globulaire au cours des affections cancéreuses chez l'Oiseau.* Note de M. **René Salgues**, présentée par M. Achard.

Sur différents spécimens suivis longtemps chez nous ou qui nous parviennent de parcs zoologiques, nous procédons régulièrement à des prises de sang par ponction des veines superficielles (veines basilique, radiocubitale, tibiale), sauf indications contraires toujours mentionnées dans nos protocoles nécropsiques. Les sujets sérieusement affectés sont ultérieurement sacrifiés; l'interprétation des résultats nous invite à formuler des conclusions, dont les similaires sont encore trop rares dans la littérature de pathologie comparée.

L'on s'entend à peu près quant aux modifications apportées aux éléments cellulaires du sang dans les tumeurs humaines; les données que nous possédons sur les tumeurs spontanées animales sont l'exception. Nous avons pu en établir quelques cas que nous décrivons sommairement et commentons ci-après. Le premier chiffre correspond au nombre d'hématies par millimètre cube amputé des trois zéros exprimant les unités de mille, le second, au taux d'hémoglobine en grammes pour 100^{cm^3} de sang total, le troisième, à la valeur globulaire. Nous les comparons à ceux obtenus à partir d'individus sains mis entre parenthèses.

Muscle. — Pigeon [*Columbia livia* Gm. (Columb. Columb.)]. Volumineux fibrome du muscle pectoral :

2430 (2650), 10,00 (11,22), 41,1 (42,3).

Tissu osseux. — Pigeon [*Columbia livia* Gm. (Columb. Columb.)]. Sarcome périosté du fémur, bien limité, ivoirin, largement cavitaire; péricardite à ses débuts :

2316 (2650), 12,01 (11,22), 51,8 (42,3).

Perdrix rouge [*Caccabis rufa* L. (Galli Phasian.)]. Sarcome périosté du tibia, bien limité, ferme, cartilagineux, avec trabécules osseuses dans le tissu chondroïde :

2806 (2953), 11,89 (11,52), 42,3 (39,0).

Engoulevent [*Caprimulgus europaeus* L. (Picariæ Caprimulg.)]. Ostéo-chondrosarcome de la clavicule gauche, bourgeonnant, avec commencement de destruction du périoste à la hauteur de l'articulation sterno-chondro-claviculaire (le sang a été prélevé

directement dans la veine jugulaire droite) :

2600 (2813), 13,13 (13,24), 50,4 (47,6).

TISSU CUTANÉ. — Pintade [*Numida meleagris* L. (Galli Phasian.)]. Fibroleiomyome du tissu cutané de l'aile :

2700 (2823), 9,51 (10,02), 35,2 (35,4).

INTESTIN. — Pinson [*Fringilla cœlebs* L. (Passer. Fringill.)]. Epithélioma duodénal, avec nodules secondaires dans le foie; hépatite suppurée :

2126 (2730), 9,21 (12,03), 43,3 (44,0).

Bergeronnette [*Motacilla flava* L. (Passer Mantacill.)]. Lympho-sarcome iléo-jéjunal, avec métastasses péritonéales :

2356 (2816), 9,20 (11,54), 39,0 (40,9).

Poule Wyandotte blanche [*Gallus domesticus* L. (Galli Phasian.)]. Leiomyome du mésentère; pancréatite hémorragique :

2700 (2770), 9,27 (9,83), 34,3 (35,4).

FOIE. — Mésange [*Parus major* L. (Passer. Parid.)]. Adénome polykystique du foie et des voies biliaires; néphrite aiguë et dépôts uratiques dans les séreuses :

2608 (2904), 9,56 (11,43), 36,6 (39,3).

Geai [*Garrulus glandarius* L. (Passer. Corvid.)]. Adéno-cancer des voies biliaires, avec nodule métastatique ovarien :

2200 (2660), 8,36 (10,21), 38,0 (38,3).

REINS. — Pluvier [*Chadarius dubius* Scop. (Limicol (Charad.)]. Hypernéphrome non métastatique du rein droit; néphrite du type scléreux à gauche; infarctus infectieux du poumon droit :

1952 (2420), 8,14 (10,26), 41,7 (42,3).

Perruche ondulée [*Melopsittacus undulatus* Shaw. (Psitt. Psitt.)]. Quatre cas. Adénome papillaire siégeant trois fois à gauche, une fois à droite :

a................	2120	8,10	38,2
b................	2000	7,67	38,3
c................	1740	6,40	36,7
d................	1832	6,32	34,4
Sujets sains........	(2224)	(9,02)	(40,5)

OVAIRE. — Cygne [*Cycnus olor* L. (Anser. Anat.)]. Épithélioma encéphaloïde de la gonade gauche, avec métastases péritonéales :

2104 (2320), 7,86 (9,13), 37,3 (39,3).

Faisan [*Phasianus colchicus* L. (Galli Phasian)]. Épithélioma végétant polykystique, avec nodules secondaires dans le péritoine pariétal :

2424 (2916), 8,10 (10,76), 33,4 (36,8).

THYROÏDE. — Coq Rhode Island Red [*Gallus domesticus* L. (Galli Phasian)]. Hyperplasie du type colloïde :

3330 (2770), 11,80 (9,83), 35,4 (35,4).

Nous concluons : il y a *diminution* du nombre d'érythrocytes dans 94,4 pour 100 des cas, du taux d'hémoglobine dans 83,3, de la valeur globulaire dans 77,7. Le pourcentage hémoglobinique et la valeur globulaire paraissent n'être augmentés qu'avec les néoplasmes osseux et les hyperplasies bénignes, banales, hémorragiques ou non, du corps thyroïde (le seul exemple de polyglobulie qui nous soit offert); c'est au moins ce qui se dégage de nos investigations. Comme chez l'Homme, l'anémie cancéreuse est surtout une anémie simple hypochromique, mais dans les tumeurs osseuses, où nous relevons hypoglobulie et augmentation de la valeur globulaire concomitante, nous trouvons réalisé le type de l'anémie pernicieuse. Nous devons regretter de ne pas avoir eu à notre disposition de cas de tumeurs d'organes à fonction hémopoïétique. Les autres déviations hématologiques d'observation courante sont : la poïkylocytose, l'anisocytose et la polychromatophilie.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action comparée des acides biliaires sur les toxines tétanique et diphtérique : propriétés spéciales de l'acide lithocholique.* Note [1] de M. **Léon Velluz**, présentée par M. Hyacinthe Vincent.

J'ai fait connaître [2] que les propriétés cryptotoxiques des acides aromatiques, établies par H. Vincent, dépendent étroitement de la constitution chimique. De nouveaux essais, entrepris ici avec cinq acides biliaires, complètent et précisent les données précédemment établies.

Il est déjà connu, d'après les recherches de H. Vincent [3], que le glycocholate et le taurocholate de sodium ont une affinité peu marquée pour la toxine tétanique. D'après mes essais, il faut en effet utiliser plus de 50^{mg} de l'un ou l'autre de ces sels pour neutraliser, après cinq jours de contact à 37-38°, mille doses mortelles de toxine tétanique. Si l'on s'adresse à la toxine diphtérique, on n'observe même aucune neutralisation. Le fait est inattendu car, pour d'autres acides organiques, la structure cyclique ou l'activité capillaire déterminent à eux seuls l'apparition de propriétés neutralisantes énergiques. Mais je dois rappeler ici que, dans la série des aminoacides et des peptides, les résultats sont toujours paradoxaux [4] et

(1) Séance du 5 août 1935.

(2) L. Velluz, *C. R. Soc. Biol.*, **192**, 1931, p. 648; **109**, 1932, p. 269; *Bull. Soc. Chim. biol.*, **17**, 1935, p. 838-848; *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 359.

(3) H. Vincent, *C. R. Soc. Biol.*, **43**, 1907, p. 623 et 695; *Annales de l'Institut Pasteur*, **22**, 1908, p. 341.

(4) L. Velluz, *C. R. Soc. Biol.*, **116**, 1934, p. 699; **118**, 1935, p, 872.

qu'on doit les attribuer à la présence du NH^2 en α ou encore à l'amidification de la fonction acide liée directement au *noyau* cryptotoxique. Lorsqu'il s'agit des acides glyco- et taurocholique, le blocage du COOH de l'acide cholique par le glycocolle ou la taurine est donc responsable du peu d'affinité de la molécule pour les toxines microbiennes.

Si l'hypothèse précédente est exacte, les résultats doivent être très différents dans le cas du cholate de sodium. C'est ce que vérifie l'expérience. Dans les mêmes conditions de contact que précédemment, la dose nécessaire et suffisante de cholate de sodium qui neutralise mille et même dix mille doses mortelles de toxine tétanique n'est que de 1^{mg} (¹). Fait à noter, ce taux neutralisant est le même pour les acides desoxy- et lithocholique.

Lorsqu'on s'adresse à la toxine diphtérique qui, nous le rappelons, est beaucoup plus rebelle à l'action des corps cryptotoxiques, certains des acides expérimentés produisent une neutralisation très active.

Soit en premier lieu les acides cholique et desoxycholique. On doit utiliser environ 75^{mg} de cholate de Na pour neutraliser 1000 d. m. de toxine diphtérique, toujours après un contact de cinq jours à 37-38°. Ce qui revient à dire que l'acide cholique est sensiblement 75 fois moins actif à l'égard de cette toxine qu'à l'égard de la précédente. Or, dans le cas du desoxycholate, l'affinité pour le poison diphtérique s'accentue de façon considérable : *la détoxication est assurée par* 5^{mg} *de ce sel*, dose qui n'est que cinq fois supérieure à celle exigée pour une neutralisation analogue de la toxine tétanique.

L'acide desoxycholique est 15 fois plus actif que l'acide cholique, dont il ne diffère cependant que par la disparition d'une fonction alcool secondaire. Jusqu'ici, en dehors de la série aliphatique, les seuls sels organiques connus comme étant susceptibles de neutraliser la toxine diphtérique à doses minimes (10 ou 5^{mg} pour 1000 ou 2000 d. m.), étaient l'α-oxynaphtoate (²) et le roténate de sodium (³). L'étude de l'acide desoxycholique établit que

---

(¹) On doit rappeler que souvent la dose minima neutralisante est, dans une certaine mesure, indépendante du nombre d'unités toxiques contenues dans la toxine et dépend plus de la *concentration* de l'agent cryptotoxique (cf. H. Vincent et L. Velluz, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1698).

Signalons aussi que les essais de neutralisation sont effectués à un pH voisin de 7,6-7,8.

(²) H. Vincent et L. Velluz, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1697.

(³) L. Velluz, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 359.

cette propriété originale se manifeste aussi bien dans la série alicyclique et qui plus est peut appartenir à un composé d'origine physiologique [1].

L'évolution des propriétés antitoxiques constatée ci-dessus lorsqu'on passe de l'acide cholique au dérivé desoxy- m'a finalement conduit à étudier l'acide biliaire le moins oxygéné, c'est-à-dire l'acide lithocholique. Cette dernière recherche a fourni un résultat démonstratif. Le taux minimum de lithocholate de Na qui rend inoffensives 1000 d. m. de toxine diphtérique, en cinq jours à 38°, est de 1^{mg}. A ce point de vue donc l'acide lithocholique est encore cinq fois plus actif que l'acide desoxy- et 75 fois plus que l'acide cholique. *Il est l'agent de détoxication le plus énergique que l'on connaisse à l'égard du poison diphtérique* et constitue d'ailleurs le premier exemple d'une molécule cyclique dont les affinités sont équivalentes pour les deux toxines expérimentées.

En résumé : 1° pour une même structure polycyclique, la neutralisation de la toxine diphtérique dépend du nombre des fonctions alcools, tandis que cette substitution est sans influence sur la neutralisation de la toxine tétanique. 2° l'organisme dispose, à l'état normal, de structures chimiques qui sont aptes à former, *in vitro*, des complexes inoffensifs avec deux puissantes toxines microbiennes.

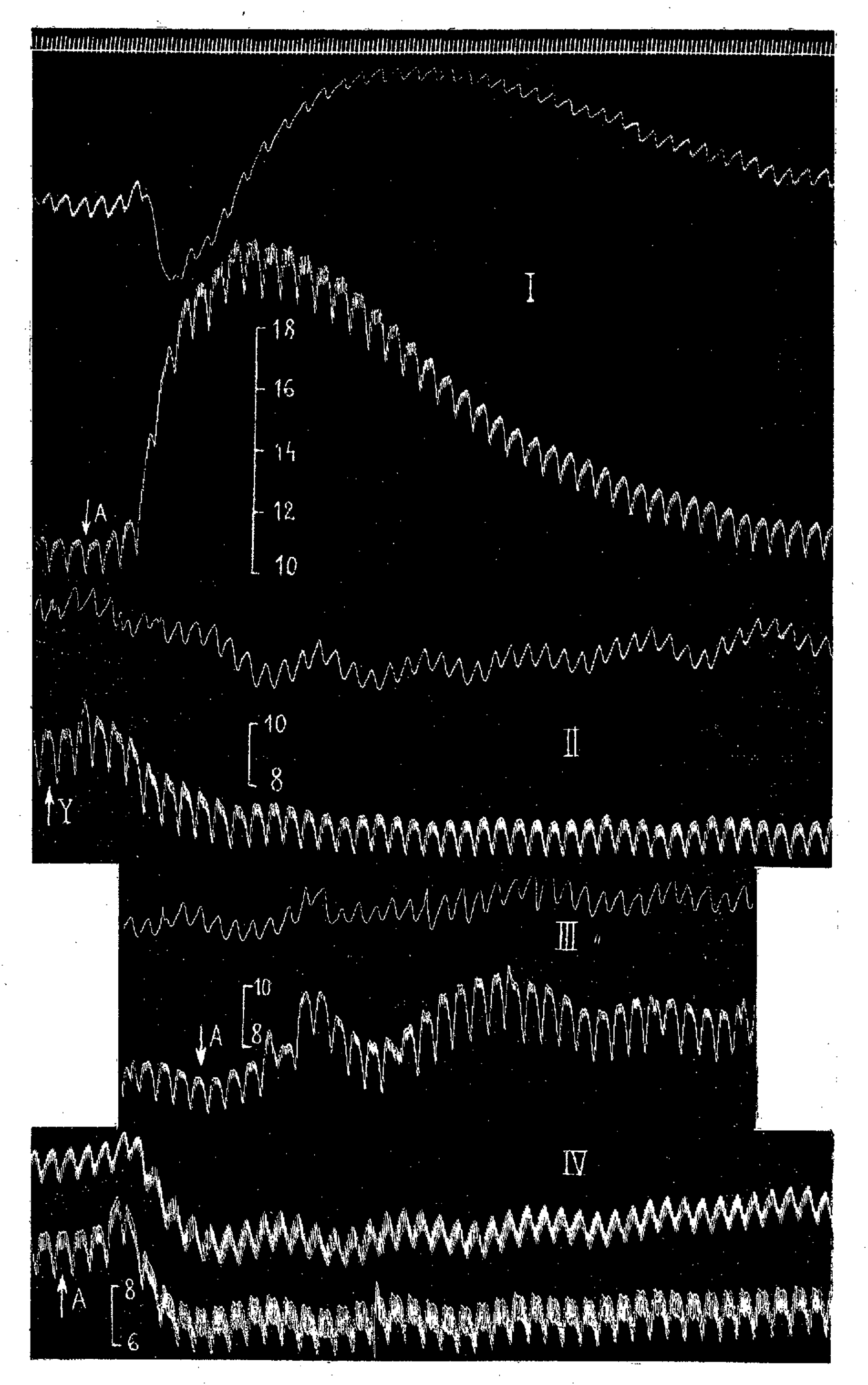
MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la non-modification de l'activité sympathicolytique de la yohimbine par l'introduction d'une double liaison dans la molécule de cet alcaloïde.* Note [2] de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Antonin Gosset.

La formule développée de la yohimbine ayant été presque totalement élucidée par les récents travaux de Hahn, de Wibaut et surtout de Barger, nous nous sommes proposé de déterminer les groupements qui, dans la molécule de cet alcaloïde, constituent les vecteurs de son activité sympa-

---

(1) En dehors des expériences relatées ci-dessus, j'ai étudié les propriétés cryptotoxiques de deux combinaisons très stables que fournit l'acide desoxycholique avec les acides acétique et palmitique. Ces essais complémentaires avaient pour but de rechercher si l'aptitude curieuse qu'a cet acide biliaire de se combiner énergiquement à des molécules très variées n'expliquerait pas, dans une certaine mesure, son union solide avec les toxines, d'où résultent les propriétés détoxicantes. Dans ce cas, sans doute, les combinaisons précédentes auraient été peu actives. Aucune différence n'a été cependant relevée entre celles-ci et l'acide pur. L'hypothèse correspondante sur le mécanisme de la neutralisation antitoxique n'a donc pu être confirmée.

(2) Séance du 5 août 1935.



Expérience du 28 mai 1935. — Chien de $7^{kg},5$, anesthésié par le chloralose (12^{cg} par kg.), bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle. 1re ligne : temps en secondes. 2e, 4e, 6e et 8e lignes : variations du volume du rein enregistrées par l'oncographe d'Hallion et Comte par nous modifié. 3e, 5e, 7e et 9e lignes : modifications de la pression carotidienne enregistrées au moyen du manomètre à mercure. En A, injections, dans la saphène, de $0^{mg},02$ d'adrénaline en solution dans 2$^{cm^3}$ de soluté physiologique de chlorure de sodium. En Y, injection, dans ce même vaisseau, de $7^{mg},5$ de chlorhydrate d'apoyohimbine dissous dans $7^{cm^3},5$ du même soluté. Entre III et IV, l'animal a reçu, en injection intraveineuse, 15^{mg} de chlorhydrate d'apoyohimbine en solution dans 15^{cm} dudit soluté. Tracés réduits de 15/100e.

thicolytique. C'est dans ce but que nous avons étudié l'influence exercée sur les effets de l'adrénaline par de nombreux dérivés de la yohimbine.

Parmi ces dérivés, l'apoyohimbine, qui, découverte par Barger, diffère de la yohimbine par l'introduction d'une double liaison dans la molécule de cet alcaloïde, présente un intérêt particulier en raison du rôle important que joue, dans l'activité biologique des substances chimiques, la non saturation de leur molécule.

Quand, à un chien anesthésié par le chloralose, bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle, qui a reçu dans les veines 1^{mg} de chlorhydrate d'apoyohimbine [1] par kilogramme, on injecte une dose d'adrénaline dont on avait constaté initialement le fort pouvoir hypertenseur et vaso-constricteur rénal, on n'observe plus, d'une part, qu'une élévation très peu marquée de la pression carotidienne, d'autre part, que des modifications du volume du rein parallèles aux variations de ladite pression.

Si ce même animal reçoit encore, dans les veines, 2^{mg} de chlorhydrate d'apoyohimbine par kilogramme, il réagit à la même dose d'adrénaline qu'auparavant par une chute très nette de la pression carotidienne s'accompagnant de modifications du volume du rein strictement parallèles aux variations de cette pression.

Ainsi donc, à la dose de 3^{mg} par kilogramme, c'est-à-dire presque à la même dose que le chlorhydrate de yohimbine, le chlorhydrate d'apoyohimbine inverse nettement les effets hypertenseurs d'une dose moyenne d'adrénaline. Il est donc permis de conclure que l'introduction d'une double liaison dans la molécule de la yohimbine, du moins quand elle s'effectue (comme c'est le cas pour l'apoyohimbine) dans l'anneau E de cette molécule, ne modifie que très faiblement les effets sympathicolytiques de ladite substance.

Ajoutons que, dans nos expériences, le chlorhydrate d'apoyohimbine, à la dose de 1^{mg} par kilogramme, a provoqué, comme le chlorhydrate de yohimbine, une chute marquée et durable de la pression carotidienne.

La séance est levée à $15^h 15^m$.

[1] Le chlorhydrate d'apoyohimbine que nous avons utilisé a été préparé pour nous par M. Barger.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AOUT 1935.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE BOREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Arcetri**, Directeur de l'Observatoire de Florence, qui assiste à la séance.

M. **Alfred Lacroix** fait hommage à l'Académie de deux Publications dont il est l'auteur, extraites *Des Ressources minérales de la France d'outre-mer.* (Extrait). *Les pierres précieuses, semi-précieuses ou d'ornementation*, et *Les gisements phosphatés de grottes et de filons remplis* per-descensum, *les gisements superficiels des îles des mers équatoriales et tropicales.*

GÉNÉTIQUE. — *Sur la fécondité de l'Hémérocalle fauve et de son hybride* (Hemerocallis flava *L.* × H. fulva *L.*) *au cours de quatre générations.* Note de M. **Louis Blaringhem**.

Du 20 juin au 30 août 1935, j'ai castré et pollinisé à la main, moi-même, plus de 3000 fleurs de l'Hémérocalle fauve épanouies successivement sur près de 500 hampes; toutes proviennent d'une même souche cultivée à la station Berthelot à Bellevue (Seine-et-Oise) en plusieurs lots, au soleil en terrain très sec (300 hampes), à l'ombre en terrain humide (150), sur des pentes dans des pots (50); 2 hampes seulement ont donné 2 fruits mûrs contenant 7 bonnes graines; 13 hampes 1 fruit contenant au moins une bonne graine, au total 17 fruits, 24 grosses graines et 45 petites graines déjà récoltées.

Par comparaison toutes les fleurs de *H. flava* pollinisées ont noué en fruits épais, encore verts et renfermant de 11 à 20 grosses graines. Tous ces faits confirment mes observations précédentes, celles de Stout aux États-Unis (¹) sur la stérilité très marquée de l'Hémérocalle fauve, expliquée jusqu'ici par Stout et moi-même (²) en admettant que la prétendue espèce *H. fulva* L. n'est que le morcellement dans le monde entier d'un seul individu autostérile. Certains résultats obtenus par Stout montrant l'activité, d'ailleurs bien limitée, des pollens de souches chinoises sur notre espèce donnaient quelque fondement à cette assertion.

Il n'en est rien; j'ai obtenu cette année une hampe portant 5 fleurs sur une plante dérivée de quatrième génération de l'hybride *Hemerocallis fulva* × *flava* qui est identique par le coloris de la corolle, par les positions respectives des styles et des anthères à l'ouverture des fleurs, par l'heure même de l'ouverture des fleurs, par la succession des fleurs épanouies sur les hampes, une plante dis-je identique en tout, sauf par la vigueur, à *H. fulva* ancêtre. J'espérais beaucoup de l'activité du pollen bien conformé de *fulva* Semis, sur les ovaires de *fulva* Ancien. Plus de 100 fleurs *fulva* A ont été pollinisées par *fulva* S et je n'ai eu que quelques épaississements d'ovaires caducs au cinquième jour; je n'ai pas réussi à obtenir de fruits noués de *flava* × *fulva* S, ni des hybrides de ces espèces; mais *fulva* S n'a guère mieux réussi au début de mes opérations.

Acceptant les conséquences de cet insuccès je me suis attaché dès le 6 juillet à faire l'essai méthodique des pollens de toutes les plantes, au nombre de 79, dérivées de *H. fulva* × *flava* offrant dans leurs fleurs des traces, ou une forte quantité, du pigment brun caractéristique de *fulva*.

Les fruits donnant des graines de *H. fulva* et de ses dérivés proviennent toujours des fleurs tardives, lorsque la moitié des fleurs des hampes est desséchée. Les fleurs nouées n'évoluant pas en fruits donnant de bonnes graines sont nombreuses, 5 contre 1, correspondent à la phase de floraison décroissante. La stérilité des premières fleurs est incontestablement due à la rapidité de l'épanouissement, et à la courte durée des premières fleurs, à la dessication prématurée des premières hampes, suivie de nouvelles floraisons.

De plus, pour les hampes *fulva* qui portent des fruits et des graines la maturation des tissus est accélérée; les fruits s'ouvrent et les graines ont pu

(¹) A. B. Stout, *Journ. of Heredity*, **17**, 1926, p. 243.
(²) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 187.

être récoltées avant le 20 août alors que les dérivés où l'intervention *flava* est notable portent des hampes et de nombreux fruits verts dont la maturation n'aura lieu qu'en septembre.

Aucune des 300 hampes du lot ensoleillé *fulva* n'a donné de fruit parfait; toutes les hampes fertiles se sont développées sur les plantes ombragées et en terre humide, dont la floraison d'ailleurs n'a guère été retardée que d'une semaine par rapport à celle des plantes de la station ensoleillée. Bref, *H. fulva* se comporte à beaucoup de points de vue comme le Lis blanc [1]; toutefois je n'ai pas réussi à obtenir le gonflement des fruits noués; en coupant en vert les hampes, suspendues tête en bas, les capsules ont grossi, mais sont restées vertes et ont été détruites par les moisissures.

Étudions maintenant les divers individus intermédiaires dérivés du croisement *H. fulva* × *flava*. Toutes les hybridations de 1921 à 1923 n'ont donné que des plantes à fleurs jaunes, environ 500. Des opérations de 1924, j'obtins 2 intermédiaires à teinte ocre rougeâtre, 6306 A et 6306 B, bien différents l'un de l'autre par la constitution florale et la fertilité; 6306 B à style coudé dans le bouton fut toujours stérile; 6306 A donne depuis 1927 de nombreux fruits fertiles avec le pollen *fulva*. Du croisement *H. fulva* × 6,306 A (*flava* × *fulva*) j'obtins en 1927 3 graines dont 2 descendantes survivent 0,903 A et 0,903 B, peu fertiles, surtout 0,903 B, par les pollens *fulva* et 6,306 A; 0,903 B, qui prospère, a des anomalies de stigmates rappelant celles de 6,306 B et son pollen est très actif à la fois sur *fulva* et sur les dérivés *fulva* × *flava* de différents tons bruns. Enfin 0,903 A × 0,903 B m'a donné en mars 1932, 7 bonnes graines d'où dérivent 3 plantes vivantes, la seule ayant fleuri étant le *fulva* Semis dont il est question plus haut. J'insiste sur le fait que dans l'épreuve de ces hybrides complexes les plantes issues des mêmes fruits diffèrent à tous points de vue, vigueur, floraison, activité sexuelle; puisque *flava* est une bonne espèce bien féconde, les irrégularités sont dues à l'état hétérozygote de *fulva*.

Dans les croisements (F_2), (F_3) des plantes 6306 A, 0,903 A et 0,903 B par *fulva*, j'ai obtenu 79 plantes, toutes différentes entre elles, à coloris divers, teintées de brun, certains allant jusqu'au brun violet. Toutes ces plantes ont été suivies, pollinisées d'abord par *fulva*, puis par 0,903 B, et à la fin de la saison entre elles.

J'ai constaté ainsi et sur d'assez nombreux cas pour qu'il ne reste aucun doute que ces individus se répartissent en individus à ovaires stériles, à floraison abondante, rapide et dessication prématurée des hampes et en individus à ovaires fertiles qui donnent des hampes épaisses, peu nombreuses, à floraison ralentie, dont les ovaires nouent lentement après des pollinisations répétées. Il y a des tempéraments [2], des individualités que je ne puis mieux traduire que par les expressions individus mâles, individus femelles, bien que les organes sexuels soient en apparence ceux des fleurs hermaphrodites fertiles. Dans cette hypothèse, 6306 A est intermédiaire ♀, 6306 B ♂;

(1) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 23.
(2) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1937.

0,903 A intermédiaire ♀; 0,903 B intermédiaire ♂; *fulva* ☿ intermédiaire. Les dérivés des croisements de 1932 entre descendants de *H. flava* × *fulva* à fleurs jaunes et 0,6306 A, ou 0,903 B, donnent lorsqu'ils sont de tendance femelle des fruits très gros, serrés en grappes presque fasciées; les hampes des pieds de tendance mâle se succèdent nombreuses, se ramifient davantage, fleurissent chaque jour, s'épuisent et se dessèchent sans nouer leurs ovaires. Dans la catégorie des mâles de teinte brune deux individus, vigoureux, sont remarquables; l'un dont les pétales internes sont d'un brun rouge n'ouvre ses fleurs que le soir et à cette heure le style est à la hauteur des anthères mûres; le pollen abondant se répand au cours de la nuit mais le style s'allonge, atteint le double de la longueur de la corolle, soit 15^{cm}, se brise et tombe; quelques fleurs aussi n'ont pas de style; j'ai pollinisé régulièrement 77 fleurs fournies par cette plante avec différents pollens actifs et n'ai obtenu qu'un fruit dont l'épaississement est très lent. Une autre plante du type ♂ à fleurs brun noir s'épanouit le matin, montrant un style plié en zig-zag parce que l'allongement du style s'est produit prématurément. Dans la série des femelles, une plante n'a donné que des anthères desséchées et vides dans le bouton; elle noue parfaitement de beaux fruits par pollen de *fulva*, de 0,903 B.

En résumé, la stérilité très remarquable des fleurs de *Hemerocallis fulva* L. est organique et se maintient lorsqu'on combine deux plantes *fulva* provenant de graines différentes. Elle est liée à une altération que Belling (1) appelle triploïdie, qui peut cependant être vaincue grâce à l'activité de certains pollens et à l'intervention nécessaire des facteurs ambiants limitant la rapidité de formation et d'épanouissement des organes floraux. Les intermédiaires à fleurs de teinte brune, dérivés de l'hybride *H. flava* × *fulva*, sont tous différents et dès la première génération; on peut les répartir en individus mâles stériles, en individus femelles très fertiles, avec des intermédiaires comme ceux que j'ai réalisés à partir de souches à hérédité femelle d'*Aquilegia* et de *Salvia*.

M. **Charles Nicolle** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée Maurice Nicolle.

NOMINATIONS.

M. **Charles Gravier** est désigné pour représenter l'Académie au *VIe Congrès international d'Entomologie*, qui aura lieu à Madrid en septembre 1935.

---

(1) S. Belling, *Journ. of Heredity*, 16, 1925, p. 465.

M. **Lucien Cuénot** est désigné pour faire une lecture à la séance publique du 25 octobre 1935.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Édouard Pozerski. *Un après-midi de travail avec* Maurice Nicolle.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les propriétés asymptotiques d'une classe de variables aléatoires.* Note [1] de M. **Harald Cramér**, présentée par M. Émile Borel.

1. On sait de quelle importance il est pour les applications du théorème classique de Laplace-Liapounoff dans le Calcul des Probabilités d'examiner de plus près la manière dont la loi de répartition de la variable aléatoire en question tend vers la loi normale de Gauss. A ce but nous avons étudié [2] les propriétés asymptotiques des sommes discrètes de variables aléatoires indépendantes. Ainsi il a été possible de poser sur des fondements tout à fait rigoureux la théorie des séries introduites en statistique mathématique d'une voie assez heuristique par Bruns et Charlier. La plupart des résultats ainsi obtenus sont valables encore pour une certaine classe de variables aléatoires dépendantes d'une variable continue. Ici nous signalerons une expression asymptotique pour de telles variables, tout en réservant la démonstration détaillée ainsi que diverses généralisations pour une publication ultérieure.

2. On considère une variable aléatoire $x(t)$, fonction du temps t, telle que l'accroissement $x(t_2)-x(t_1)$ est toujours une *variable aléatoire indépendante de* $x(t_1)$. On suppose encore que le processus défini par la variable $x(t)$ est *homogène*, c'est-à-dire que la loi de répartition de $x(t_2)-x(t_1)$ ne dépend ni de t_1 ni de $x(t_1)$, mais seulement de la différence t_2-t_1.

---

(1) Séance du 22 juillet 1935.

(2) *Skand. Aktuarietidskr.*, 11, 1928, p. 13.

Soit $F(x, t)$ la fonction des probabilités totales de la variable $x(t)$ et $f(u, t)$ la fonction caractéristique correspondante

$$f(u, t) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{iux}\, dF(x, t).$$

Introduisant les moments

$$\alpha_\nu(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x^\nu\, dF(x, t) \qquad (\nu = 0, 1, 2, \ldots),$$

on peut supposer que $\alpha_1(t)$ s'annule identiquement. [Dans le cas contraire il suffit de considérer la variable $x(t) - \alpha_1(t)$.]

Sous la seule hypothèse additionnelle que $\alpha_2(t)$ est fini, M. Kolmogoroff a démontré (1) que la forme la plus générale de la fonction caractéristique $f(u, t)$ sera donnée par la relation

$$\log f(u, t) = -\frac{1}{2}\sigma_0^2 t u^2 + t \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{iux} - 1 - iux}{x^2}\, d\Omega(x), \tag{1}$$

σ_0^2 désignant une constante non négative et $\Omega(x)$ étant une fonction assujettie aux seules conditions d'être bornée, jamais décroissante et continue pour $x = 0$. Posant

$$\sigma_1^2 = \Omega(+\infty) - \Omega(-\infty),$$

on aura d'ailleurs

$$\alpha_2(t) = \sigma^2 t = (\sigma_0^2 + \sigma_1^2)t.$$

3. Considérons maintenant la variable $x(t)/\sqrt{\alpha_2(t)}$, dont la fonction des probabilités totales et la fonction caractéristique s'écrivent

$$F^*(x, t) = F(x\sigma\sqrt{t}, t),$$
$$f^*(u, t) = f\left(\frac{u}{\sigma\sqrt{t}}, t\right).$$

En étudiant l'expression (1), on trouve sans difficulté que nous avons pour $t \to \infty$, $\log f^*(u, t) \to -u^2/2$.

Par des propriétés connues des fonctions caractéristiques, il s'ensuit

$$F^*(x, t) \;\to\; \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{t^2}{2}}\, dt.$$

---

(1) *Atti Accad. Naz. Lincei, Rend.*, 6e série, 15, 1932, p. 805 et 866. Voir aussi P. Lévy, *Ann. Scuola Norm. Super. Pisa*, 2e série, 3, 1934, p. 337.

En supposant qu'un certain nombre des moments $\alpha_3(t), \alpha_4(t), \ldots$ soient finis, on peut préciser ce résultat en démontrant le théorème suivant :

THÉORÈME. — *Faisons les deux hypothèses suivantes :*

a. Il existe un entier $k \geqq 3$ tel que le moment $\alpha_k(t)$ est fini pour toute valeur de t.

b. Une au moins des deux inégalités

$$\sigma_0^2 > 0, \tag{2}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \Omega'(x)\,dx > 0, \tag{3}$$

est satisfaite. [*L'inégalité* (3) *exprime que la fonction non décroissante* $\Omega(x)$ *ne doit pas être une fonction de singularités au sens de M. Lebesgue.*]

Alors on a pour de grandes valeurs de t le développement suivant

$$F^*(x, t) = \Phi(x) + \sum_{\nu=1}^{k-3} \frac{p_\nu(x)}{t^{\frac{\nu}{2}}} e^{-\frac{x^2}{2}} + R_k(x, t), \tag{4}$$

avec

$$|R_k(x, t)| < \frac{\mathcal{C}_k}{t^{\frac{k}{2}-1}}. \tag{5}$$

Ici, $p_\nu(x)$ désigne un polynome de degré $3\nu - 1$ en x, dont les coefficients ne dépendent pas de t. $\mathcal{C}_k$ ne dépend ni de x ni de t.

Au cas où l'inégalité (2) *est satisfaite, on pourra même différentier* (4) *terme à terme par rapport à x, et l'on obtiendra ainsi un développement correspondant de la fonction de fréquence $\partial F^*/\partial x$, le reste $\partial R_k/\partial x$ satisfaisant à une inégalité du même type que* (5).

Pour démontrer ce théorème, on part de l'identité

$$\frac{1}{\Gamma(\omega)} \int_{-\infty}^{x} (x-y)^{\omega-1} [F^*(y, t) - \Phi(y)]\,dy = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{iux}}{(iu)^{1+\omega}} \left[f^*(u, t) - e^{-\frac{u^2}{2}}\right] du,$$

qui a lieu pour $0 < \omega < 1$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries entières satisfaisant à une équation différentielle algébrique.* Note [1] de M. G. PÓLYA, transmise par M. Gaston Julia.

I. *Si la série*

$$\alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \ldots + \alpha_n x^n + \ldots \tag{1}$$

satisfait à une équation différentielle algébrique et si les coefficients α_0, α_1, α_2, ..., *sont des nombres algébriques, il existe une suite infinie de nombres entiers rationnels positifs* a_0, a_1, a_2, ... *tels que* $a_n\alpha_n$ *est entier algébrique et* $n^{-1}(\log n)^{-2}\log a_n$ *borné pour* $n \geqq 2$.

La démonstration que j'ai donnée [2] pour le cas particulier où α_0, α_1, α_2, ... sont rationnels s'applique sans modification essentielle à l'énoncé général I.

II. *Si une série divergente de la forme* (1) *satisfait formellement à une équation différentielle algébrique dont le degré est* D *et le poids* P, *il existe un nombre positif* R *tel que* $|\alpha_n| R^{-n}(n!)^{-(D+P-1)}$ *est borné.*

Par le degré et le poids du terme $Ax^k y^{k_0}(y')^{k_1}(y'')^{k_2}\ldots(y^{(m)})^{k_m}$ j'entends les expressions $k_0 + k_1 + \ldots + k_m$ et $k_1 + 2k_2 + \ldots + mk_m$. Par le degré et le poids d'une équation différentielle algébrique j'entends respectivement le maximum des degrés et le maximum des poids de ses termes. L'énoncé II est un peu plus précis qu'un théorème de E. Maillet [3]; en effet, $D + P - 1$ est la plus petite valeur compatible avec la vérité de l'énoncé.

III. *Si la série* (1) *satisfait à une équation différentielle algébrique, si les coefficients* α_0, α_1, α_2, ... *sont des nombres algébriques et si la fonction représentée par la série* (1) *est entière mais pas rationnelle, le maximum de son module sur le cercle* $|x| = r$ *étant* $M(r)$, *on a*

$$\limsup_{r\to\infty} \frac{\log\log M(r)}{\sqrt{\log r}} > 0. \tag{2}$$

L'énoncé III résulte facilement de I et II. Il met en lumière une liaison surprenante entre la nature arithmétique des coefficients et l'allure de la

---

(1) Séance du 12 août 1935.

(2) *Vierteljahrsschrift d. Naturforsch. Ges. Zurich*, 61, 1916, p. 531-545.

(3) *Annales de l'École Normale*, 3e série, 20, 1903, p. 487-518.

fonction définie par la série. En effet, un exemple donné par M. Valiron [1] montre que (2) ne subsiste plus si on laisse tomber l'hypothèse que les coefficients sont algébriques. En appliquant le théorème III à l'exemple de M. Valiron, on trouve le résultat suivant qu'on peut rapprocher des résultats analogues de MM. Siegel et Th. Schneider, obtenus par des voies tout à fait différentes [2] :

IV. *Si h est un nombre complexe quelconque dont le module est inférieur à l'unité et si l'indice r parcourt les valeurs* 1, 2, 3, ... *dans le produit et les sommations suivantes, l'un au moins des cinq nombres*

$$\sum \frac{rh^{2r}}{1-h^{2r}},\quad \sum \frac{r^3 h^{2r}}{1-h^{2r}},\quad \sum \frac{r^5 h^{2r}}{1-h^{2r}},$$
$$\frac{\Sigma(-1)^r(2r-1)\,h^{(2r-1)^2}}{\Pi(1-h^{8r})(1-h^{8r-4})^2},\quad \frac{\Sigma(-1)^r r^2 h^{4r^2}}{\Pi(1-h^{8r})(1-h^{8r-4})^2}$$

est un nombre TRANSCENDANT.

GÉODÉSIE. — *Carte gravimétrique du Sud-Ouest de la Chine.* Note [3] de MM. **Pierre Lejay** et **Tsan Hung Chi**, présentée par M. Georges Perrier.

Les 21 stations suivantes complètent le réseau gravimétrique que nous nous étions proposé d'établir en Chine et qui couvre désormais toutes les régions d'accès relativement facile de ce pays.

Nous avons fait un certain nombre de déterminations en des points où, au cours de nos campagnes précédentes, nous avions déjà mesuré g; les valeurs trouvées, qui sont résumées dans le tableau suivant, où g_1 désigne les valeurs anciennes, g les nouvelles, nous assurent de l'homogénéité de l'ensemble du réseau :

Stations.	g_1.	g.	Différences. $g-g_1$.
Zi ka wei.........	979,436 mgl	979,436 mgl	0 mgl
Hong Kong.......	978,769 »	978,767 »	−2 »
Shiuchow.........	978,921 »	978,920 »	−1 »
Hanoï............	978,683 »	978,682 »	−1 »

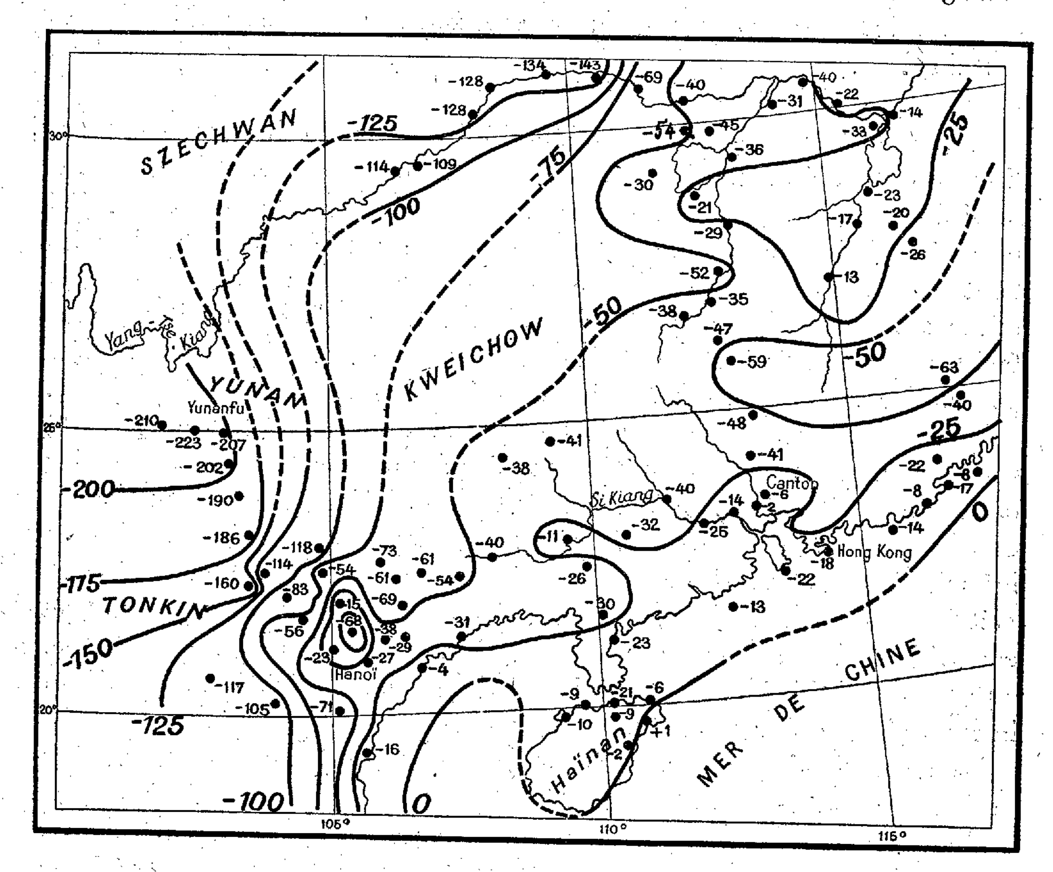
(1) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 571-572.
(2) *Journal de Crelle*, **167**, 1932, p. 62; **172**, 1934, p. 70.
(3) Séance du 12 août 1935.

Sud-Ouest de la Chine.

Stations.	Lat.	Long.	Alt. (1).	δ.	Dates.	T_c.	g.	$g-g_0$.	g_0.	$g-g''_0$.	g''_0.	γ_0.	$g_0-\gamma_0$.	$g''_0-\gamma_0$.	γ'_0.	$g_0-\gamma'_0$.	$g''_0-\gamma'_0$.	n.	ε.
	° ′	° ′	m		1933	s	g	mg	g	mg	g	g	mg	mg	g	mg	mg		
Shiu chow....	24.54	113.4	*75*	2,6	23 XII	5,4440	978,899	22	978,921	15	978,914	978,945	−24	− 31	978,962	−41	− 48	20	0,3
Shiu chow....	24.54	113.4	*75*	2,6	1935 28 III	5,4432	978,898	22	978,920	15	978,913	978,945	−25	− 32	978,962	−42	− 49	12	0,3
Hong Kong....	22.18,1	114.10,3	33	2,6	26 »	5,3979	978,767	10	978,777	6	978,773	978,773	+ 4	0	978,791	−14	− 18	9	0,3
Ying tak......	24.10	113.5	*55*	2,6	29 »	5,4306	978,861	17	978,878	11	978,872	978,895	−17	− 23	978,913	−35	− 41	15	0,2
Sam shui......	23.13	112.50	15	2,5	31 »	5,4207	978,833	4	978,837	3	978,836	978,832	+ 5	+ 4	978,850	−13	− 14	20	0,3
Shiu hing.....	23.5	112.27	17	2,5	1 IV	5,4139	978,813	5	978,818	3	978,816	978,823	− 5	− 7	978,841	−23	− 25	21	0,4
Wu chow.....	23.32	110.26	*41*	2,6	2 »	5,4168	978,822	13	978,835	8	978,830	978,852	−17	− 22	978,870	−35	− 40	20	0,3
Yung yun.....	22.47	110.14	*100*	2,5	4 »	5,3991	978,770	31	978,801	20	978,790	978,804	− 3	− 14	978,822	−21	− 32	18	0,3
Watlam.......	22.30	109.50	*100*	2,5	5 »	5,3953	978,758	31	978,791	20	978,778	978,786	+ 5	− 8	978,804	−13	− 26	18	0,3
Kweihsien	22.54	109.33	*100*	2,5	5 »	5,4075	978,798	31	978,829	20	978,818	978,811	+18	+ 7	978,829	0	− 11	18	0,3
Liuchow......	24.17	109.13	*180*	2,6	7 »	5,4246	978,844	55	978,899	36	978,880	978,903	− 4	− 23	978,921	−22	− 41	24	0,3
Ta Tan........	24.02	109. 0	*450*	2,6	8 »	5,4017	978,778	138	978,916	88	978,866	978,886	+30	− 20	978,904	+12	− 38	12	0,5
Naning........	22.43	108. 3	65	2,5	10 »	5,3965	978,764	20	978,784	13	978,777	978,799	−15	− 22	978,817	−33	− 40	12	0,4
Pei Kiang.....	22.12	107.35	*145*	2,5	12 »	5,3761	978,702	44	978,746	29	978,731	978,767	−21	− 36	978,785	−39	− 54	24	0,3
Lungchow.....	22.22	106.54	*125*	2,6	12 »	5,3788	978,710	38	978,748	24	978,734	978,777	−29	− 43	978,795	−47	− 61	36	0,2
Hanoi.........	21.01,4	105.51,3	11	2,3	14 »	5,3698	978,683	4	978,687	2	978,685	978,694	− 7	− 9	978,712	−25	− 27	18	0,3
Tche Tsouen..	23.18,5	103.32	1633	2,7	18 »	5,2634	978,358	503	978,861	312	978,670	978,838	+23	−168	978,856	+ 5	−186	20	0,3
A mi chow....	23.42	103.14	1061	2,6	18 »	5,3042	978,484	327	978,811	207	978,691	978,863	−52	−172	978,881	−70	−190	21	0,3
Po Hi.........	24.13	103.04	1144	2,6	19 »	5,3058	978,490	353	978,843	224	978,714	978,898	−55	−184	978,916	−73	−202	18	0,3
Yi Liang......	24.54	103.09	1640	2,6	19 »	5,2883	978,435	505	978,940	321	978,756	978,945	− 5	−189	978,963	−23	−207	9	0,4
Yunanfu	25.2	102.41	1893	2,6	21 »	5,2662	978,367	582	978,949	372	978,739	978,954	− 5	−215	978,972	−23	−233	24	0,3
Tsu yung......	25.0	101.34	*1843*	2,5	22 »	5,2765	978,398	567	978,965	361	978,759	978,951	+14	−192	978,969	− 4	−210	18	0,4
Hanoi.........	21.01,4	105.51,3	11	2,3	25 »	5,3696	978,682	3	978,685	2	978,684	978,694	− 9	− 10	978,712	−27	− 28	24	0,2

(1) Les altitudes en italique sont mesurées au baromètre et sujettes à révision.

Nous conservons dans le tableau les notations internationales, déjà utilisées dans nos Notes précédentes : la carte représente les anomalies de Bouguer, par rapport à l'ellipsoïde international. Sur cette carte figurent



des stations de nos campagnes de 1934, et quelques stations d'Indochine qui feront l'objet d'une prochaine publication.

La compensation des masses superficielles se retrouve au Sud-Ouest, comme dans toute la Chine : les vallées sont marquées d'anomalies négatives relativement faibles, sauf, naturellement, dans les gorges du Si Kiang, comme dans celles du Yang-tso-Kiang; au Yunan, les contreforts de l'Himalaya font sentir leur action par de fortes anomalies négatives, dépassant 200 milligals.

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de la température sur la conductibilité électrique du quartz.* Note (¹) de M. **Reza Radmanèche**, transmise par M. Charles Fabry.

J'ai étudié la variation de conductibilité de lames de quartz en fonction de la température. Pour les mesures de faibles courants, je me suis servi de la méthode du piézo-quartz; pour les courants plus forts, j'ai mesuré la différence de potentiel aux bornes d'une résistance dont l'un des bouts est relié au cadran isolé de l'électromètre à cadrans et l'autre à la terre; ainsi mon dispositif expérimental était tel qu'on pouvait mesurer facilement de 10^{-14} à 10^{-2} ampère. Toutes les lames employées, taillées perpendiculairement à l'axe optique, avaient la forme parallélépipédique.

Pour les basses températures, je me suis servi d'une lame ($80 \times 20 \times 10^{mm}$) sur les deux faces de laquelle étaient collées des feuilles très minces d'étain; cette lame était suspendue, dans un cylindre de laiton (entièrement étanche et contenant un peu d'acide sulfurique) par deux fils de cuivre soudés sur les deux faces et traversant des bornes isolées par de l'ambroïde; le cylindre métallique étant mis à la terre et servait ainsi d'écran électrostatique; cet ensemble était placé dans un vase de Dewar rempli d'éther de pétrole, qu'on refroidissait à l'aide d'un dispositif qui amenait l'air liquide, suivant la méthode de d'Arsonval (²).

Le courant suit exactement la loi exponentielle jusqu'à $-64^{\circ C}$, où il devient trop faible pour être mesuré.

Pour les hautes températures, les deux faces des lames étaient rendues conductrices par une couche mince de palladium obtenue par la méthode de pulvérisation cathodique; les électrodes employées étaient de même métal, l'ensemble des électrodes et les faces conductrices étaient isolés par du quartz fondu et enveloppés par des fils d'amiante et placés dans un four électrique.

Pour un intervalle de $600^{\circ C}$, j'ai constaté une augmentation de courant de l'ordre de 10^{6} fois sa valeur initiale, mais la loi exponentielle cesse d'être exacte quand on dépasse $300^{\circ C}$; à partir de cette température, la courbe présente un coude comme le montre la figure 1. Vers cette même tempé-

(¹) Séance du 29 juillet 1935.

(²) *Comptes rendus*, 133, 1901, p. 980.

rature, le courant de sens inverse n'existe plus quand on supprime la différence de potentiel.

La figure 2 présente le résultat d'une expérience pour un cycle fermé de température. On constate un effet de fatigue qui se mesure par la surface d'un cycle fermé.

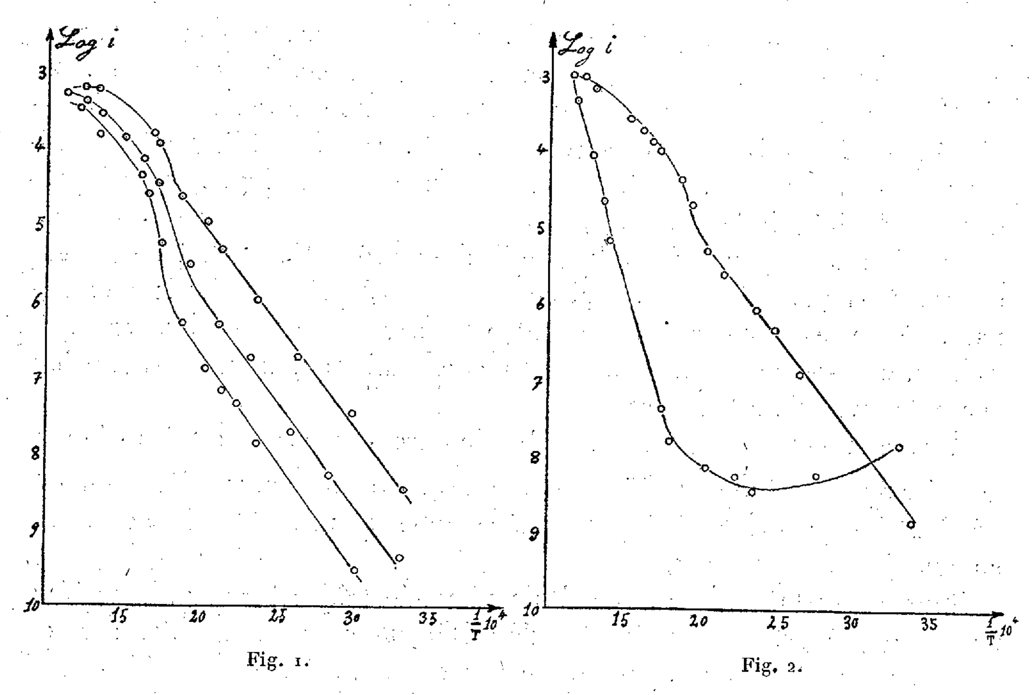


Fig. 1.

Fig. 2.

Ces phénomènes ont été constatés pour plusieurs échantillons, dont les dimensions étaient différentes et avec diverses valeurs de la différence de potentiel appliquée.

Dans mes premières expériences, je me suis servi des lames de $10 \times 20 \times 12^{mm}$. L'échauffement ainsi que le refroidissement s'effectuaient pendant des temps relativement courts. Par suite de la non-uniformité de température sur toute la longueur de la lame et la rapidité de refroidissement, on avait des fissures aux bords de la lame et une augmentation de conductibilité de l'ordre de quelques centaines de fois sa valeur initiale.

J'ai supprimé ces difficultés en choisissant des lames de dimensions plus petites et en échauffant et refroidissant très lentement, de sorte qu'après chaque expérience la lame reste absolument intacte.

PHOTOMÉTRIE. — *L'émission lumineuse des arcs au mercure à haute pression.* Note [1] de M. **Philippe Waguet**, présentée par M. Paul Janet.

Nous avons étudié comment varie, suivant la radiation envisagée, la courbe de répartition lumineuse d'un arc au mercure à haute pression.

Dès 1909, Taylor indiqua que le rayonnement des tubes luminescents n'obéit pas à la loi de Lambert; Laporte [2] trouve que l'intensité lumineuse d'un élément de tube luminescent au néon est pratiquement indépendante de la direction d'émission.

La brillance dans une direction serait donc proportionnelle à l'épaisseur du gaz dans cette direction. Ceci ne peut être que si les radiations émises par les couches sous-jacentes ne sont pas absorbées par les couches supérieures, c'est-à-dire si elles ne sont pas des radiations de résonance; c'est le cas des radiations du mercure.

Mais la majeure partie de la lumière de l'arc au mercure est fournie par les raies 5791 Å, 5769 Å; 5461 Å et 4358 Å, dont les deux dernières correspondent à des niveaux inférieurs métastables et peuvent être absorbées comme l'a montré Kurth.

Nous avons tracé avec une cellule photoélectrique à couche d'arrêt la courbe de répartition lumineuse d'un élément de tube au mercure, en intercalant entre la source lumineuse et la cellule, soit un écran Wratten δ qui isolait les raies 5791 Å et 5769 Å, soit un écran Watten ε isolant la raie 5461 Å. En unités arbitraires les intensités lumineuses dans certaines directions sont :

Angle i avec la normale (degrés)	0°	20°	40°	60°
Raies 5791 Å-5769 Å	1,00	0,98	0,85	0,57
Raie 5461 Å	1,00	0,95	0,77	0,46
$\cos i$	1,00	0,94	0,77	0,50

On voit que, bien que s'écartant notablement de la loi de Laporte,

---

(1) Séance du 5 août 1935.

(2) Marcel Laporte, *Revue d'Optique*, 12, 1933, p. 21.

l'intensité lumineuse de l'ensemble des radiations 5791 Å et 5769 Å varie beaucoup moins vite que ne l'indique la loi de Lambert, tandis que l'intensité lumineuse de la raie 5461 Å suivrait à peu près cette loi.

Au point de vue pratique, il en résulte que la coloration de l'arc au mercure varie avec la direction suivant laquelle on l'observe, ce qui a pour conséquence de compliquer le problème de photométrie hétérochrome auquel on est amené lorsqu'on étudie cette source de lumière. Des études de l'influence de la pression sur la courbe de répartition lumineuse sont en cours.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'étude du système* CaC^2 — CaO. Note [1] de MM. **Georges Flusin** et **Christian Aall**, transmise par M. G. Urbain.

Nous nous sommes proposé d'étudier l'influence des impuretés sur le point de fusion et sur la fabrication du carbure de calcium, et tout d'abord l'influence de la chaux.

Nous avons préparé à partir de chaux et de coke de pétrole aussi purs que possible (chaux à 99,41 pour 100 CaO, coke à 99,52 pour 100 C), une gamme de carbures, de richesse variable en chaux, dans un four à arc, avec électrode et creuset en carbone amorphe.

La mesure de la température de fusion était ensuite effectuée sur une baguette taillée dans le culot obtenu. Cette baguette, qui avait 3^{cm} de long et une section sensiblement carrée de 5^{mm} de côté, était mise dans le moufle d'un four [2], fermé par une vitre permettant de suivre l'opération et de mesurer la température avec un pyromètre optique à disparition de filament. La baguette était placée perpendiculairement à l'axe du moufle, ses extrémités s'appuyant sur les deux bords d'une gouttière en graphite. Le chauffage était conduit progressivement dans un courant d'hydrogène. A un instant donné, la baguette fléchissait et tombait dans la gouttière. Cet affaissement était brusque, et la température mesurée à cet instant pouvait être considérée comme la température de fusion du produit.

---

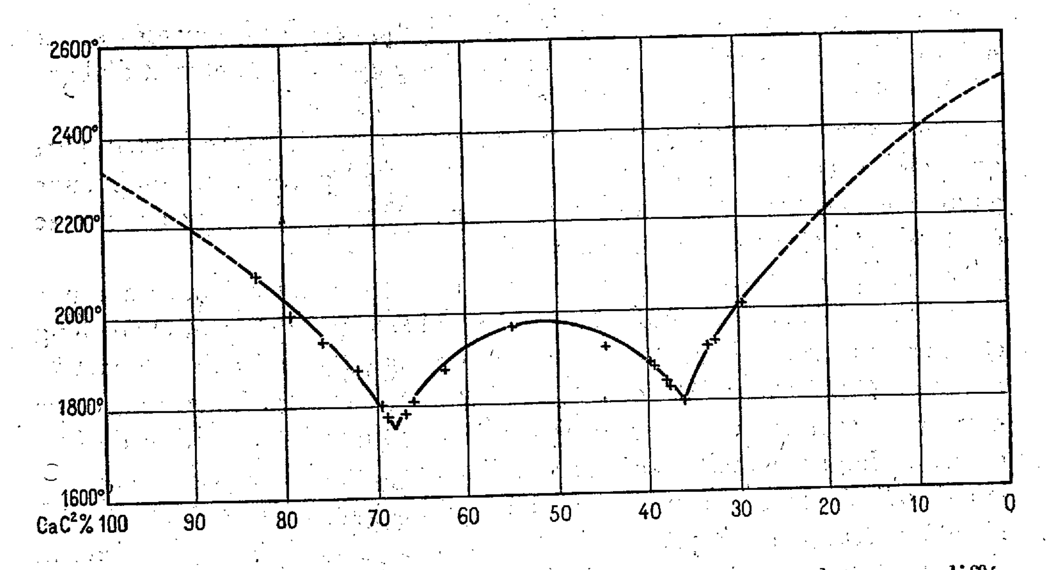
(1) Séance du 22 juillet 1935.

(2) Four électrique genre Tammann, modifié à l'Institut d'Électrométallurgie de Grenoble.

L'analyse complète du carbure a été effectuée sur 6 des 19 échantillons examinés.

	1 pour 100.	2 pour 100.	3 pour 100.	4 pour 100.	5 pour 100.	6 pour 100.
CaC^2......	83,0	69,4	68,8	66,0	44,6	35,6
SiO^2......	0,42	0,47	0,40	0,37	0,32	0,21
Fe^2O^3.....	0,61	0,41	0,28	0,36	0,40	0,32
Al^2O^3.....	0,28	0,44	0,40	0,31	0,33	0,44
MgO......	0,10	0,07	0,08	0,03	–	0,09
C libre	1,90	0,36	0,28	0,32	0,51	0,11
SO^3.......	0,20	–	0,07	–	0,10	0,05
CaO p.-d...	13,49	28,85	29,69	32,61	53,74	63,18

Pour les 13 autres échantillons, nous nous sommes contentés de déterminer la teneur en CaC^2 par mesure du volume d'acétylène dégagé.



Nous avons inscrit les températures de fusion correspondant aux différents échantillons préparés.

La courbe tracée à l'aide de ces valeurs complète et précise celle trouvée par Ruff et Foerster [1]. En effet, elle met bien en évidence un premier

(1) *Z. anorg. Chem.*, **131**, 1923, p. 321.

eutectique à 68 pour 100 de CaC^2, fondant à 1750° et voisin de celui de Ruff et Foerster; elle montre en plus un deuxième eutectique à 35,6 pour 100 de CaC^2, fondant à 1800°. Entre ces deux eutectiques, on trouve un maximum de courbe pour 52,5 pour 100 de CaC^2 et une température de 1980°.

Il est intéressant de remarquer que si l'on calcule pour ce maximum le rapport du carbure au poids du produit après avoir déduit les impuretés, qui sont de 2 pour 100 en moyenne, on trouve une valeur qui correspond sensiblement au rapport calculé pour un composé qui aurait pour formule CaC^2, CaO.

$$\frac{CaC^2}{CaC^2+CaO} - \frac{52,6}{98} \qquad \text{(trouvé : 53,6; calculé : 53,33).}$$

L'existence de ce composé défini CaC^2, CaO explique que Schlumberger [1] n'ait, à l'examen microscopique de mélanges de carbure de calcium et de chaux, constaté la présence de chaux libre que dans des échantillons titrant plus de 60 pour 100 de CaO environ.

En résumé, nous avons trouvé que la chaux se combinait au carbure de calcium pour former un composé défini CaC^2, CaO, et que ce composé entraînait la formation de deux eutectiques abaissant le point de fusion du mélange à 1750° pour 68 pour 100 de CaC^2, et à 1800° pour 36,6 pour 100 de CaC^2.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Théorie de la circulation générale de l'atmosphère. La loi de rotation et le champ de pression.* Note [2] de MM. **G. Dedebant**, **Ph. Schereschewsky** et **Ph. Wehrlé**, présentée par M. R. Bourgeois.

Si nous procédions pour les rotations, comme nous l'avons fait pour la température [3], nous poserions $\Omega = F(r)G(\varphi)$ dans la condition de moindre dissipation mécanique (conséquence du maximum de probabilité de la configuration)

$$r^2\frac{\partial^2\Omega}{\partial r^2} + 4r\frac{\partial\Omega}{\partial r} + \frac{\partial^2\Omega}{\partial\varphi^2} - 3\,\text{tang}\,\varphi\,\frac{\partial\Omega}{\partial\varphi} = 0. \qquad (1)$$

(1) *Z. angew. Chem.*, 39, 1926, p. 213.
(2) Séance du 5 août 1935.
(3) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 346.

Mais il est impossible de satisfaire à la fois aux équations du mouvement et à celles de moindre dissipation si l'on pose simultanément $\theta = f(r)g(\varphi)$ et $\Omega = F(r)g(\varphi)$. L'expérience montre qu'en partant de $\theta = f(r)g(\varphi)$, il est impossible de déterminer Ω de manière à satisfaire à l'ensemble des équations et qu'on obtient ainsi de meilleurs résultats qu'en partant de $\Omega = F(r)G(\varphi)$.

En introduisant la loi équatoriale troposphérique de Θ dans une combinaison de l'équation des gaz parfaits et des équations méridiennes du mouvement, simplifiée eu égard aux ordres de grandeur dans l'atmosphère et en lui adjoignant (1), on trouve, entre l'équateur et le front polaire, compte tenu de la petitesse de h par rapport à r et de ce que $\partial\Theta/\partial\varphi_{\varphi=0} = 0$ entraîne $\partial V/\partial\varphi_{\varphi=0} = 0$,

$$\Omega = a + \frac{b + ch}{\cos^2\varphi}. \tag{2}$$

Il en résulte d'abord que $\partial\Omega/\partial h$ est constant avec l'altitude pour une latitude donnée, ce qui est bien conforme à la réalité moyenne. Mais il est préférable de faire porter la vérification méridienne sur la pression élément beaucoup plus « synoptique » que le vent. L'équation de pression se déduit de (2) par l'équation des gaz parfaits et celle du vent du gradient

$$d \operatorname{Log} P = \frac{\omega r^2}{\mathcal{R}} \cdot \frac{1}{\Theta} (\Omega - \omega)\, d(\cos^2\varphi) \qquad (\mathcal{R} = \text{constante des gaz parfaits}),$$

et en introduisant la loi équatoriale troposphérique de Θ [1] avec sa constante arbitraire en exposant déterminée par ajustement optimum à la moyenne des observations

$$\Theta = \Theta_0(\cos\varphi)^{0,17}$$

on obtient

$$p = K[-11,765(\cos^2\varphi)^{-0,085} - 1,525(\cos^2\varphi)^{0,915} + 13,290],$$

$K = 76$ ayant été déterminée par comparaison à la moyenne des observations (*fig.* 1), il est facile de repasser aux vents et de calculer notamment la variation méridienne du vent au sol, du gradient vertical du vent et du vent à la tropopause.

En ce qui concerne la stratosphère, une solution de (1) de la forme

$$\Omega = F(\tau)G(\varphi)$$

---

(1) Les résultats sont presque équivalents en négligeant la variation de θ.

(qu'il faudrait retoucher pour assurer la compatibilité avec les équations du

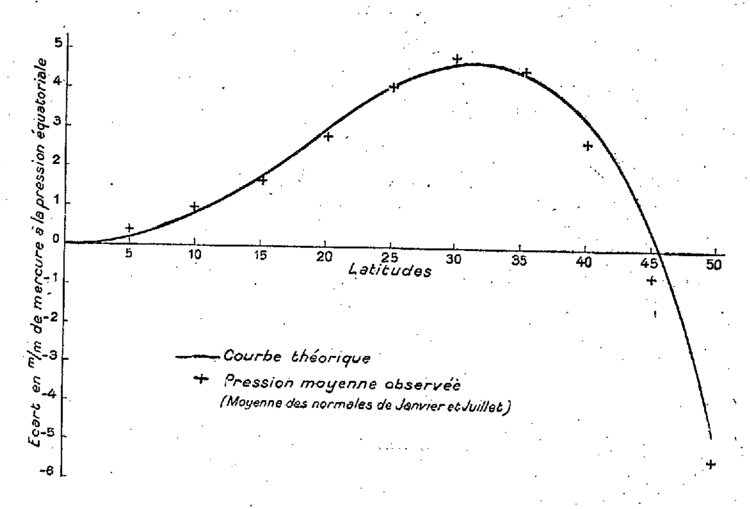


Fig. 1. — Répartition des pressions au sol de 0° à 50°.

mouvement) représente assez bien le champ de pression d'une surface de niveau (17^{km}).

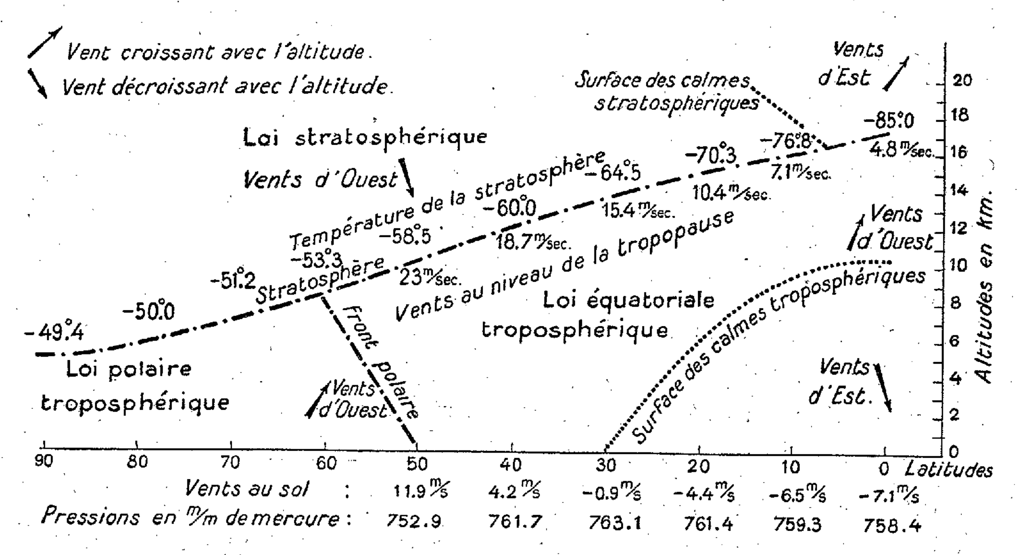


Fig. 2. — Structure théorique de l'Atmosphère moyenne.

Elle montre l'existence d'une surface des calmes stratosphériques

inclinée en sens inverse de celle de la troposphère, conformément à ce que donne le calcul par la formule de Laplace, à partir des pressions de surface.

La théorie de la moindre dissipation, traduisant le maximum de probabilité de la configuration d'un régime quasi permanent, déjà éprouvée avec succès dans le cas du Soleil, l'est aussi dans celui de l'Atmosphère moyenne. Toutes les vérifications permises dans l'état actuel du réseau d'observations ont été faites et sont très satisfaisantes, d'autant plus que les hypothèses idéales de la théorie s'écartent beaucoup des conditions réelles.

L'image d'ensemble fournie est schématisée sur la figure 2.

CHIMIOTHÉRAPIE. — *Action sur les tumeurs, en injections intraveineuses, de produits chimiques solubles dans lesquels le fer est associé à la vitamine C (acide ascorbique).* Note (¹) de MM. **Fernand Arloing, Albert Morel** et **André Josserand**, présentée par M. Jean-Louis Faure.

Continuant à étudier l'activité antitumorale de divers constituants des surrénales (²), nous avons préparé à l'état solide et employé, après solubilisation dans l'eau, trois produits chimiques : le premier, bleu indigo, provenant du chlorure ferrique et de l'ascorbate de soude; le second, violet foncé, dérivant du chlorure ferreux et de l'ascorbate de soude; le troisième, jaune, venant, en milieu sodique, du chlorure ferrique sur le premier produit d'oxydation de l'acide ascorbique. Les effets du premier de ces produits semblant synthétiser ceux des deux autres, nous décrirons seulement l'action des deux derniers, que nous appellerons respectivement *ferroscorbone* et *ferriscorbone*.

I. Action sur le cancer expérimental du testicule du lapin (³) :

1° *Avec la ferroscorbone.* — A. *Effets constants* : action focale accompagnée d'œdèmes périlésionnels, souvent précoces et marqués et vaso-dilatation générale à

(¹) Séance du 29 juillet 1935.

(²) Arloing, Morel et Josserand, *C. R. Soc. Biol.*, 118, 1935, p. 551 et 1435 et séance du 8 juillet 1935 de la *Soc. Biol.* de Lyon.

(³) La souche de cette tumeur a été remise par MM. A. Lacassagne et Nika, de l'Institut Pasteur du radium.

prédominance veineuse. B. *Effets variables* : dépendant des doses, de la résistance des animaux et du degré d'évolution de la tumeur. Dans certains cas, on observe des œdèmes précoces et la mort rapide, par une véritable granulie cancéreuse des viscères, surtout des reins. Dans d'autres cas, au contraire, les œdèmes rétrocèdent, la tumeur cesse d'évoluer et guérit.

2° *Avec la ferriscorbone.* — Action moins intense que la précédente; œdèmes moins intenses aussi et moins précoces, se désinfiltrant plus rapidement. L'évolution aboutit à la guérison dans 50 pour 100 des cas environ ou, si la marche du cancer ne peut être arrêtée, elle est comparativement ralentie.

L'allylthéobromine, en injection intraveineuse, est un adjuvant efficace de la résorption des œdèmes, capables par eux-mêmes de perturber l'action curatrice de l'un et de l'autre de ces produits.

II. Action sur des cancers humains. — Les effets se rapprochent de ceux obtenus sur les animaux, sans leur être complètement superposables. Nous ne possédons pas encore d'observations cliniques suffisamment prolongées pour nous permettre de prononcer le mot de guérison. Nos malades ont été choisis et contrôlés par M. L. Bérard parmi des cas graves ne pouvant plus bénéficier des ressources de la chirurgie et de la radiothérapie.

1° *Avec la ferroscorbone.* — Après 8 à 10 injections intraveineuses quotidiennes de plusieurs centigrammes chacune, les lésions se désinfiltrent rapidement et la tumeur diminue; détersion et désodorisation des ulcérations de la bouche, diminution des douleurs, reprise de l'état général et du poids, alimentation plus facile. Vers la dixième injection, formation fréquente d'œdèmes péritumoraux, heureusement influencés par la *théobromine*.

2° *Avec la ferriscorbone.* — Moins active que la précédente, cette substance crée moins souvent des œdèmes, quoique en améliorant plus lentement l'état général. Son emploi est donc plus particulièrement indiqué chez les sujets de faible résistance, enclins aux œdèmes importants.

3° *Indications et contre-indications.* — L'emploi de ces substances peut amener une stabilisation prolongée, comme nous l'avons observé dans trois cas au moins de cancer inopérable de la langue, traités depuis six mois. Mais assez souvent, surtout si des *doses insuffisantes de ferroscorbone* ont été injectées à des *sujets insuffisamment résistants*, l'évolution, après amélioration temporaire de deux ou trois mois, reprend inexorable.

Dans la limite de nos observations, peuvent bénéficier de cette nouvelle méthode, outre les cancers de la langue, les néoplasmes de l'amygdale, de

l'estomac, de l'utérus, inopérables et de formule histologique échappant à la radiothérapie, les adénopathies fixées, rendues extirpables par ce moyen chimique.

Les contre-indications existent pour les tumeurs fistulisées à la peau ou très largement ulcérées, les cancers de l'œsophage, du pharynx ou du larynx, en raison des risques d'œdèmes périlésionnels, enfin pour la tuberculose concomittante ou pour la cachexie avancée.

Nous précisons qu'il ne faut pas voir dans cette technique, ne concernant que le traitement de tumeurs confirmées, l'indication d'une possibilité de prophylaxie, préventive de la cancérisation.

4° *Mécanisme d'action.* — Nous invoquons des activations de processus fermentaires, dues à des systèmes réversibles d'oxydation et de réduction. Nos résultats, recueillis *in vivo* et sur des *tissus pathologiques*, démontrent la généralité de leur rôle que v. Euler et Karrer ont constaté *in vitro* sur des *ferments normaux*. Ce pouvoir d'activation est porté au plus haut degré chez les associations de la vitamine C avec certains métaux, dont le fer. Inversement, nous avons vu que l'acide ascorbique associé au cuivre, ou au sodium sans fer, a une action favorisante sur les cancers expérimentaux.

La séance est levée à 15ʰ40ᵐ.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE JUILLET 1935.

Union astronomique internationale. *Named Lunar Formations*, by MARY A. BLAGG and K. MÜLLER. Vol. I : *Catalogue*. Vol. II : *Maps*. London, Percy Lund, Humphries and Co., 1935; 2 vol. 26cm,5 et 36 × 35cm.

Institutum Botanicum Academiæ scientiarum U. R. S. S. *Flora U. R. S. S.* Tome III, par V. L. KOMAROV et B. K. SCHISCHKIN. Leningrad, Editio Academiæ scientiarum U. R. S. S. 1935; 1 vol. 25cm.

Qualités de l'eau et moyens de correction, par ED. IMBEAUX. Paris, Dunod, 1935; 1 vol. 28cm.

Ministère de l'Éducation Nationale. Office nationale des Recherches scientifiques et industrielles et des inventions. Caisse des recherches scientifiques. Année 1932. *Rapport annuel adressé au Président de la République française*, par J.-L. DELONCLE. Melun, Imprimerie administrative, 1934; 1 vol. 24cm,5.

Union géodésique et géophysique internationale. *Travaux de l'Association internationale de géodésie. Rapports nationaux sur les travaux exécutés dans les différents pays établis à l'occasion de la cinquième assemblée générale. Lisbonne* 14-25 *septembre* 1933. Tome **11**, publié par le secrétaire, GEORGES PERRIER, fasc. 3. Paris, au Secrétariat de l'Association, 1934; 1 vol. 28cm,5.

John Briquet (1870-1931), par VIOLETTE CRUMIÈRE-BRIQUET. Paris, Muséum national d'Histoire naturelle, et Genève, Papeterie Briquet, 1935; 1 vol. 23cm,2.

Carte des découvertes et explorations françaises du XVIe *au* XVIIIe *siècle en Amérique du Nord dressée en mai* 1935 *par le Service hydrographique de la Marine*. Paris, 1935; 1 planche 116cm,5 × 74cm,5.

Ministère de la Marine. Service central hydrographique. *Notice sur l'établissement de la carte des explorations françaises en Amérique du Nord, du* XVIe *au* XVIIIe *siècle*. 1 brochure dactylographiée, 31cm. (Présentée par MM. Fichot et Durand-Viel.)

Das Problem der Gleichzeitigkeit, par KARL VOGTHERR. München, Ernst Reinhardt, 1933; 1 vol. 24cm.

Scientific Results of the Norwegian antarctic Expéditions 1927-1928 *et S. QQ.* Édité par OLAF HOLTEDAHL. Vol. I. Oslo, I. Kommisjon Hos Jacob Dybwad, 1935; 1 vol. 28cm.

Flore du Nord de l'Afrique. Répertoire des noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique, par L. TRABUT. Alger, Imprimerie « La Typo-Litho » et Jules Carbonel réunies, 1935; 1 vol. 24cm.

ERRATA.

(Séance du 16 juillet 1935.)

Note de MM. *Georges Vaudet* et *Roger Servant*, Spectres de fils explosés dans l'ultraviolet lointain et la région de Schumann :

Page 195, dans le titre, *au lieu de* René Servant, *lire* Roger Servant.

Page 196, ligne 19, *au lieu de* le spectre n'est pas dû, *lire* le spectre continu n'est pas dû.

Page 197, ligne 6, *au lieu de* 1, 1215,3, I, *lire* 1, 1215,3?

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1935.

PRÉSIDENCE DE M. AUGUSTE BÉHAL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice nécrologique sur M. ANTOINE-NICOLAS GUNTZ, par M. **MARCEL DELÉPINE.**

ANTOINE-NICOLAS GUNTZ était Correspondant de la Section de Chimie de notre Compagnie depuis 1912.

Né en 1859 de parents alsaciens qui vinrent se fixer à Nancy après la guerre de 1870, il vécut pour ainsi dire toute son existence dans cette ville. Il ne la quitta guère que pour ses études supérieures. Entré à l'École Normale en 1879, il vint, aussitôt après son agrégation, au laboratoire de Berthelot pour préparer une thèse de doctorat ès sciences qu'il soutint en 1884. Ensuite il retourna à Nancy, où il accomplit toute sa brillante carrière universitaire; il fut nommé professeur de Chimie de la Faculté des Sciences dès 1884.

Le sujet même de son travail de thèse : *Recherches thermiques sur les combinaisons du fluor avec les métaux*, indique assez quelles difficultés allait rencontrer le jeune débutant; grâce à d'ingénieux artifices, elles furent surmontées et habituèrent dès le début leur auteur à développer une habileté et une originalité qui devaient le suivre dans tous ses travaux futurs.

Par les déterminations thermochimiques relatives à l'acide fluorhydrique gazeux, liquide ou dissous, à sa neutralisation par les alcalis et les alcalino-terreux, il put montrer que les propriétés des fluorures alcalins et alcalino-terreux s'écartent notablement de celles des autres halogénures correspondants.

Les fluorures d'antimoine et d'argent ont été également étudiés à fond;

de leurs réactions Guntz put déduire une valeur hypothétique de la chaleur de formation de l'acide fluorhydrique, qui devait être confirmée plus tard par Berthelot et Moissan.

Ces deux fluorures ont d'ailleurs fourni plus tard l'occasion de nouvelles recherches. Sur la base des données thermochimiques on peut expliquer les propriétés des sels d'antimoine, dont on sait que les uns, comme le chlorure, sont hydrolysés par l'eau très facilement, tandis que d'autres, comme l'émétique, ne le sont pas. L'étude du fluorure d'argent n'a pas été moins féconde en résultats : il suffira de signaler l'obtention plus qu'inattendue du sous-fluorure d'argent FAg^2, fort bien cristallisé, dont l'existence certaine pose une question de valence des plus délicates. Il donne, par double décomposition appropriée, un sous-chlorure violet dont les propriétés ont permis d'étudier et d'expliquer l'action de la lumière sur le chlorure d'argent ordinaire.

Plus tard, Guntz s'est occupé du lithium avec un rare succès. Ayant mis au point un procédé d'électrolyse du chlorure qui permet de l'obtenir aisément, il en décrivit les propriétés remarquables : ce métal brûle dans l'azote et l'hydrogène, il se combine au carbone pour donner respectivement l'azoture, l'hydrure et le carbure de lithium. L'hydrure est cristallisé, son existence pose un nouveau problème de valence; si le lithium y est positif, l'hydrogène y est négatif, ce qui, pour être exceptionnel, n'en est pas moins remarquable. Aussi ce corps a-t-il été le point de départ de travaux théoriques importants de divers côtés.

La facile combinaison du lithium avec les gaz usuels en a fait un agent précieux de purification des gaz nobles, en particulier de l'argon. Tout au moins en fut-il ainsi avant leur production industrielle.

D'autres recherches non moins intéressantes sont celles que Guntz a entreprises sur les amalgames. Celui du manganèse, par exemple, distillé à basse température, laisse le manganèse sous une forme si divisée qu'il est pyrophorique et capable de réagir dans des conditions où même très finement pulvérisé il est inerte; ce que Guntz a expliqué en supposant que le métal, à l'état d'atomes isolés dans l'amalgame, devait s'en séparer à un état très faiblement condensé.

En chauffant l'amalgame de baryum à température suffisante, Guntz obtint le baryum pur, qu'on n'avait jamais eu avant lui; en le chauffant dans l'hydrogène, il le transforma en hydrure qu'on pouvait à son tour dissocier dans le vide pour en retirer le baryum. Enfin il obtint encore ce métal alcalino-terreux pur et cristallisé en condensant les vapeurs d'un mélange

de baryte et d'aluminium chauffé dans le vide, méthode qu'il put appliquer à l'obtention du calcium et du strontium également purs et cristallisés et dont on conçoit la généralisation. Guntz put ainsi créer une véritable chimie de ces métaux purs : hydrures, azotures, amidures, etc., et même obtenir un sous-chlorure de baryum ClBa cristallisé.

Toutes ces opérations, d'une technique toujours nouvelle, ont exigé une patience et des précautions sans pareilles, puisqu'il s'agit de métaux d'une extrême activité; l'habileté, l'ingéniosité et l'originalité de Guntz ont surmonté toutes ces difficultés. Veut-on encore un autre exemple? Une de ses dernières publications concernait la déshydratation des nitrates monohydratés de manganèse, de cuivre etc., au moyen de l'acide azotique anhydre N^2O^5.

Presque tous les travaux qui viennent d'être trop brièvement rappelés contiennent des déterminations thermochimiques fondamentales dont la valeur est rehaussée par la pureté exceptionnelle de corps préparés avec le plus grand soin. Ce témoignage de fidélité aux premiers enseignements de son illustre Maître mérite d'être relevé.

Homme de laboratoire dans toute l'acception du mot, Guntz a été le prototype du passionné de la recherche désintéressée à laquelle il a consacré tous les loisirs que lui laissaient ses fonctions de Professeur et de Directeur de l'Institut chimique de Nancy. Enfin, il a su faire partager son amour de la Science par de nombreux élèves, dont beaucoup s'associèrent à ses travaux, et parmi eux il eut le bonheur de voir son fils s'engager dans la même voie que lui-même.

L'Académie apporte à l'Université de Nancy et à la famille de M. Guntz l'hommage de ses regrets les plus sympathiquement émus.

NAVIGATION. — *Tracé de la droite d'azimut sur une projection de Mercator.* Note de M. **Pierre de Vanssay.**

Au lieu de calculer, comme on le fait généralement, la différence entre les azimuts loxodromiques et orthodromiques du radiophare ou du navire (dans le cas d'un poste radiogoniométrique), nous calculons la distance δ entre le radiophare (ou le poste radiogoniométrique) et le point de rencontre du méridien de ce point avec la tangente à l'orthodromie au navire dans le cas d'un radiophare ou avec une parallèle menée du navire à la tangente à l'orthodromie au poste dans le cas d'un poste radiogoniométrique. δ est une petite quantité qui est du second ordre par rapport à la différence précé-

dente; elle peut être calculée par un développement suivant les puissances de la distance loxodromique estimée entre le navire et le radiophare (ou le poste). On obtient un résultat particulièrement simple pour les deux premiers termes du développement si, au lieu de prendre la vraie distance loxodromique, on appelle d et δ les longueurs mesurées sur la carte de Mercator au moyen des unités de la graduation des longitudes. Si nous appelons L_e la latitude estimée du navire (supposée peu erronée, ou rectifiée par des approximations successives), Z l'azimut orthodromique du radiophare, observé au navire, nous obtenons (en radians)

$$\delta = \frac{d^2}{2}\sin L_e + \frac{d^3}{6}\cos Z.$$

Si le navire est émetteur et est relevé par le poste radiogoniométrique dans l'azimut orthodromique ω, L_p étant la latitude du poste, on aurait

$$\delta = \frac{d^2}{2}\sin L_p + \frac{d^3}{6}\cos\omega,$$

quantité qui devra être portée sur le méridien du poste en sens inverse de la précédente.

Chacun des termes du développement ne comprenant que deux variables, il est facile d'en dresser des tables à double entrée ou des abaques, qui sont d'ailleurs de dimensions extrêmement réduites et qui seront donnés dans un autre Recueil. Une simple addition fournira δ. Du point obtenu en portant δ dans le sens convenable sur le méridien du radiophare (ou du poste radiogoniométrique), on trace une droite à 180° de l'azimut observé (ou dans l'azimut observé) et on prend sa rencontre avec le cercle décrit du radiophare ou du poste comme centre avec le rayon d. La droite symétrique de celle-ci par rapport à la loxodromie joignant au radiophare ou au poste ce point de rencontre est la droite d'azimut cherchée.

Au lieu de calculer δ, on peut aussi calculer la quantité u, mesurée également en unités de longitude,

$$u = \delta \sin^2 z$$

ou

$$u = \delta \sin^2 \omega,$$

dont le développement présente la même simplicité, en fonction de la différence G des longitudes du navire et du radiophare ou du poste radiogoniométrique,

$$u = \frac{G^2}{2}\sin L_p - \frac{G^3}{3}\cot Z$$

ou

$$u = \frac{G^2}{2} \sin L_e - \frac{G^3}{3} \cot \omega.$$

Au moyen de la quantité u, portée sur le méridien du radiophare (ou du poste) à partir de ce point et en sens convenable, il est facile de construire la droite précédente dans l'azimut observé; on prendra son point de rencontre avec le méridien estimé du navire et on tracera la droite d'azimut comme précédemment. Ce second procédé de calcul n'est à employer que si z ou ω sont compris entre ± 45 et $135°$.

NOMINATIONS.

M. **Maurice Caullery** est désigné pour représenter l'Académie au *VIe Congrès international d'Entomologie de Madrid.*

M. **Tullio Levi-Cività** est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration des *nouveaux bâtiments de l'Université de Rome*, le cinquième jour des calendes de novembre 1935.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Armand Renier. Jules Cornet, *Fondateur de la Géologie du Congo* (1865-1929).

GÉOMÉTRIE. — *Sur les développées successives d'une courbe gauche.* Note (1) de M. **S. Carrus**.

On sait que, $v_0(s)$ désignant une fonction quelconque de s, si l'on prend le rayon de torsion d'une courbe gauche C_0 sous la forme $T = 1/v'_0(s)$, on peut déterminer, sans signe de quadrature, les développées de la courbe gauche, et étudier alors commodément les propriétés de ces courbes.

(1) Séance du 22 juillet 1935.

Considérons une quelconque de ces développées C_1. C'est à son tour une courbe gauche dont nous pouvons rechercher les développées C, ... Nous définissons ainsi les *développées successives* de la courbe C_0.

En nous donnant les rayons de courbure et de torsion de C_0 *sous une forme convenable, leur laissant toute leur généralité*, nous nous proposons de *déterminer, sans signe de quadrature, tous les éléments des développées successives* (coordonnées, arcs, rayons).

On détermine aisément les éléments géométriques (coordonnées, rayons, arc) de la développée C_1. On trouve

$$s_1 = \frac{R}{\cos(V_0 + C_1)}, \qquad R_1 = s_1 \frac{ds_1}{ds}, \qquad T_1 = -R\frac{ds_1}{ds}.$$

Développées secondes. — Si, de C_1, l'on voulait déduire ses développées, ou développées secondes de C_0, il faudrait mettre le rayon de torsion T_1 sous la forme

$$\frac{1}{T_1} = \frac{dV_1}{ds_1} = \frac{dV_1}{ds} \times \frac{ds}{ds_1}.$$

Or on a

$$\frac{1}{T_1} = -\frac{1}{R}\cdot\frac{ds}{ds_1}.$$

Il faudrait donc poser

$$\frac{1}{R} = -\frac{dV_1}{ds},$$

c'est-à-dire qu'il *faudrait prendre le rayon de courbure de* C_0 *sous une forme analogue à celle prise pour le rayon de torsion*. C'est un rapprochement dans les rôles joués par les rayons de courbure et de torsion d'une courbe gauche. On pourra alors obtenir, sans signe de quadrature, les dérivées secondes C_2.

Développées troisièmes. — On passe de C_1 à C_3, comme on est passé de C_0 à C_2.

Il faut que les rayons de courbure et de torsion de C_1 soient mis sous la forme

$$\frac{1}{T_1} = \frac{dW_0}{ds_1}, \qquad \frac{1}{R_1} = -\frac{dW_1}{ds_1}.$$

Mais on a déjà $1/T_1 = dV_1/ds_1$. Donc $W_0 = V_1 + c$.

Il reste à poser

$$\frac{1}{R_1} = \frac{ds}{s_1\, ds_1} = -\frac{dW_1}{ds_1}.$$

D'où

$$\frac{dW_1}{ds} = -\frac{1}{s_1} = \cos(V_0' + C_1)\frac{dV_1}{ds}.$$

Or nous avons défini la courbure et la torsion de C_0 par les fonctions arbitraires V_0 et V_1. Au lieu de ces fonctions, donnons-nous arbitrairement deux autres fonctions $V_1(s)$ et $V_2(s)$ et définissons V_0 par la relation

$$V_2' = V_1' \cos(V_0 + C_1).$$

Nous en déduirons $W_1' = V_2'$, $W_1 = V_2 + C$. On aura bien alors

$$\frac{1}{T_2} = \frac{dV_2}{ds_2},$$

et on pourra définir, sans quadrature, tous les éléments des développées troisièmes.

De proche en proche, nous sommes arrivé au résultat suivant :

Si nous voulons obtenir, *sans signe de quadrature*, *tous les éléments de toutes les développées* jusqu'à l'ordre $(k+2)$, donnons-nous arbitrairement deux fonctions de s, V_k et V_{k+1}. Définissons des fonctions successives par les formules

$$\cos V_{k-1} = \frac{V'_{k+1}}{V'_k}, \qquad \cos V_{k-2} = \frac{V'_k}{V'_{k-1}}, \qquad \ldots, \qquad \cos V_0 = \frac{V'_2}{V'_1}.$$

Nous prendrons les rayons de C_0 sous la forme

$$\frac{1}{T} = V'_0, \qquad \frac{1}{R} = -V'_1.$$

Ayant obtenu les expressions des éléments des développées d'ordre $(k-1)$, nous aurons ceux des développées d'ordre k par les formules

$$y_k = R_{k-1}, \qquad z_k = y_k \operatorname{tang}(V_{k-1} + C_k), \qquad s_k = \frac{R_{k-1}}{\cos(V_{k-1} + C_k)},$$

$$R_k = s_k \frac{ds_k}{ds_{k-1}}, \qquad T_k = -R_k \cos(V_{k-1} + C_k).$$

Pour la courbe C_k, on aura alors identiquement

$$\frac{1}{T_k} = \frac{dV_k}{ds_k}, \qquad \frac{1}{R_k} = -\frac{dV_{k+1}}{ds_k}$$

et on pourra alors déduire tous les éléments de C_{k+1} et de C_{k+2}.

Remarque. — Les fonctions initiales, que l'on prend pour définir ces

développées successives, sont indépendantes des développées successives envisagées, les fonctions V_i introduites successivement étant indépendantes des développées particulières considérées.

THÉORIE DES GROUPES. — *Sur les groupes de substitutions homographiques.* Note de M. **Arnaud Denjoy.**

Soit G un groupe infini de substitutions homographiques

$$(S) \qquad x' = \frac{Ax+B}{Cx+D} \qquad (AD - BC \neq 0),$$

deux à deux distinctes.

Désignons par $G(x)$ l'ensemble des transformés $x' = S(x)$ d'un point x par les substitutions S de G et proposons-nous d'étudier le dérivé $G'(x)$, c'est-à-dire l'ensemble des points d'accumulation des points $S(x)$. Si un point ξ coïncide avec une infinité de points $S(x)$, nous considérons encore ξ comme appartenant à $G'(x)$.

Nous dirons que u est un point *fondamental* de G, si u est point double pour toute substitution de G. (Exemple : les S tous linéaires.) Si x n'est pas fondamental, $G'(x)$ contient tout point double d'une substitution S hyperbolique, loxodromique, parabolique.

En général, $G'(x)$ dépend de x, comme le montrent les exemples suivants :

A. G est formé des puissances d'une substitution elliptique non involutive, de points doubles ξ_1, ξ_2 (fondamentaux pour G). $G(x)$ est le cercle passant par x et appartenant au faisceau de points limites ξ_1, ξ_2. $G'(\xi_1) = \xi_1$, $G'(\xi_2) = \xi_2$.

B. G est formé de substitutions où A, B, C, D sont réels avec $AD - BC > 0$, et G contient deux substitutions elliptiques non involutives. $G'(x)$ coïncide avec l'axe réel si x est réel, avec le demi-plan supérieur ou inférieur (accru de l'axe réel) contenant x, si x est complexe.

C. G a un point fondamental u. $G'(u) = G(u) = u$. Si $x \neq u$, $G'(x)$ peut évidemment contenir d'autres points que u, et aussi ne pas contenir u (cas A).

$G(x)$ et par suite $G'(x)$ sont *invariants* par le groupe G. Autrement dit $G(x') = G(x)$, $G'(x') = G'(x)$ si $x' = S(x)$.

Si ξ *est un point de* $G'(x)$, $G(\xi)$ *et* $G'(\xi)$ *appartiennent à* $G'(x)$. Mais $G'(\xi)$ ne coïncide pas nécessairement avec $G'(x)$ (exemple B, ξ réel,

x complexe). Si $G'(y)$ et $G'(z)$ ont en commun ξ, ils peuvent n'avoir en commun que $G'(\xi)$ [exemple B, ξ réel, $I(y) > 0$, $I(z) < 0$].

Nous nous proposons de définir un cas général où $G'(x)$ est indépendant de x (non fondamental).

Nous dirons que la substitution

$$(\Sigma) \qquad X = \frac{A'x + B'}{C'x + D'} \qquad (A'D' - B'C' \neq 0)$$

est *accumulative* pour G, si le point (A', B', C', D') est limite pour l'ensemble Ω des points (A, B, C, D) correspondant aux substitutions S de G. Pour rendre Ω borné et réduire son ambiguïté, nous faisons correspondre à S seulement deux points (opposés) de Ω grâce aux conditions

$$|A|^2 + |B|^2 + |C|^2 + |D|^2 = 1, \qquad AD - BC \text{ réel positif.}$$

Si (A', B', C', D') est limite pour Ω, on a

$$|A'|^2 + |B'|^2 + |C'|^2 + |D'|^2 = 1$$

et, ou bien $A'D' - B'C' > 0$ (substitution Σ accumulative), ou bien

$$A'D' - B'C' = 0.$$

Si le dérivé de Ω vérifie cette dernière relation, nous dirons que G est dépourvu d'*accumulatif*.

Si $A'D' - B'C' = 0$, soit $\lambda = A'/C' = B'/D'$, l'un au moins des deux rapports n'ayant pas ses deux termes nuls. λ appartient à tout $G'(x)$, x étant non fondamental pour G. Il en est de même de $\mu = -B'/A' = -D'/C'$, puisque les substitutions de G sont deux à deux inverses l'une de l'autre.

On ne change pas $G'(x)$ en ajoutant à G son accumulatif.

Si G *admet une substitution accumulative* Σ, *chaque ensemble* $G(x)$ (x non fondamental) *est dense en lui-même*.

Car si S_n tend vers Σ, ΣS_n^{-1} tend vers la substitution identique. $G'(x)$ contient x, donc $G(x)$.

Donc, *s'il existe un point x tel que* $G(x)$ *soit isolé* (formé de points isolés), *le groupe* G *est dépourvu d'accumulatif*.

De même *le groupe* G *est dense en lui-même* (chaque substitution de G est accumulative pour G), *si* G *n'est pas dépourvu d'accumulatif*.

Théorème. — *Si le groupe* G *est dépourvu d'accumulatif, l'ensemble* $G'(x)$ *est indépendant de* x (supposé non fondamental).

Si le théorème est inexact, on peut supposer que $G'(0)$ contient le point à l'infini, $G(1)$ est borné et contient au moins deux points.

Par hypothèse il existe une suite $S_n : x_n = A_n x + B_n / C_n x + D_n$ appartenant à G et telle que

$$\lim \frac{B_n}{D_n} = \infty, \qquad |A_n + B_n| < K |C_n + D_n|, \qquad \Sigma |A_n|^2 = 1.$$

Soit (A', B', C', D') un point d'accumulation de (A_n, B_n, C_n, D_n). On a

$$A'D' - B'C' = 0, \qquad D' = 0, \qquad |A'|^2 + |B'|^2 + |C'|^2 = 1, \qquad |A' + B'| \leq K |C'|.$$

G'(1) contient $\lambda = A'/C' = B'/D'$ et $\mu = -D'/C' = -B'/A'$.

Si $C' = 0$, $\lambda = \infty$. Si $B' = 0$, $\mu = 0$, G'(1) contient G'(0), donc ∞.

C. Q. F. D.

Si u est fondamental, mais non x, G'(x) contient u.

THÉORÈME. — *Si, pour un x non fondamental, l'ensemble G(x) est isolé, il existe un ensemble* NON DENSE E *parfait* (ou se réduisant à deux points, distincts ou confondus, fondamentaux pour G) *tel que :*

1° E *est le dérivé de* G(y), *quel que soit y non fondamental;*

2° *Quel que soit y étranger à* E, G(y) *est isolé ; quel que soit y sur* E, G(y) *est inclus dans* E *et partout dense sur* E.

Enfin, *si u est fondamental pour* G, *u est dans* E.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Généralisation de certains lemmes de Van der Corput et applications aux séries trigonométriques* (1). Note de M. **RAPHAËL SALEM**.

r et f sont des fonctions réelles de la variable réelle u; r, f, f', f'' sont supposées continues (2); on pose

$$I = \int_a^b r(u) e^{2\pi i f(u)} du; \qquad S = \sum_{a < n \leq b} r(n) e^{2\pi i f(n)}.$$

LEMME I *a*. — *Si* $r \geq 0$ *et* $f' \geq 0$ *sont monotones et varient en sens contraire,* $|I|$ *est inférieure à* $2 \max r / \sqrt{|f''|}$. C'est immédiat si $\int_a^b \sqrt{|f''|}\, du$ est inférieure à l'unité. Sinon, supposant, par exemple, r décroissante et f' croissante, on partage par un point c l'intervalle d'intégration; la deuxième intégrale

(1) Cf. ZYGMUND, *Trigonometrical Series*, Varsovie, 1935, p. 116, où l'on trouvera un exposé très clair des lemmes de Van der Corput et de leur application à l'étude d'une série de Hardy et Littlewood.

(2) Nous désignons les dérivées par des accents.

se trouve, par application du second théorème de la moyenne, inférieure à $r(c)/f'(c)$, et le lemme résulte de l'inégalité facile à établir :

$$|I| < \text{Max}\frac{r}{\sqrt{f''}}\int_a^c \sqrt{f''(u)}\,du + \text{Max}\frac{r}{\sqrt{f''}}\frac{1}{\int_a^c \sqrt{f''(u)}\,du},$$

où l'on choisit c de façon que $\int_a^c \sqrt{f''}\,du$ soit égale à l'unité.

LEMME Ib. — *Si* $r \geqq 0$ *et* $f' \geqq 0$ *sont monotones et varient dans le même sens, et si* r'/f'' *est monotone,* $|I|$ *est inférieure à* $2\max r/\sqrt{|f''|} + \text{Max}\, r'/f''$.

Supposons, pour fixer les idées, r et f' décroissantes. On peut écrire

$$I = \frac{1}{2\pi i}\int_a^b \frac{r(u)-r(b)}{f'(u)-f'(b)}\,\frac{f'(u)-f'(b)}{f'(u)}\,d[e^{2\pi i f(u)}] + r(b)\int_a^b e^{2\pi i f(u)}\,du.$$

On reconnaît que le facteur $[r(u)-r(b)]/[f'(u)-f'(b)]$ est positif et monotone ; une double application du second théorème de la moyenne à la première intégrale suffit à conduire au résultat annoncé.

LEMME II. — *Si* r *est positif et monotone, si* f' *est monotone (sans hypothèse de signe) et si* $|f'|$ *est au plus égal à* $1/2$, $|S - I|$ *est inférieure à* C Max r, C *étant une constante absolue.* Ce lemme résulte immédiatement du lemme correspondant de Van der Corput, démontré pour r constant et égal à 1, et de l'application du second théorème de la moyenne de l'intégrale de Stieltjes représentant S — I.

LEMME III. — Supposons r positif et monotone ; f' monotone ; $r/\sqrt{|f''|}$ et $|r'/f''|$ monotones. Nous allons établir une limitation pour $|S|$. Marquons sur la courbe $v = f'(u)$ les points dont les ordonnées $k - 1/2$ (k entier) sont situées entre $f'(a)$ et $f'(b)$, et soient α_k les abscisses correspondantes. Posons

$$S_k = \sum_{\alpha_k < n \leqq \alpha_{k+1}} r(n)\,e^{2\pi i f(n)} = \sum_{\alpha_k < n \leqq \alpha_{k+1}} r(n)\,e^{2\pi i [f(n) - nk]}.$$

Quand u est dans (α_k, α_{k+1}), $|f'(u) - k|$ est au plus égal à $1/2$ et l'application des trois lemmes précédents donne immédiatement une borne pour $|S_k|$. En faisant la somme des bornes relatives à tous les intervalles, on arrive facilement à la limite supérieure pour $|S|$:

$$8\,\text{Max}\frac{r}{\sqrt{|f''|}} + 2\,\text{Max}\left|\frac{r'}{f''}\right| + 2\,\text{C}\,\text{Max}\, r + \int_a^b (4r\sqrt{|f''|} + |r'| + \text{C}\,r\,|f''|)\,du.$$

Applications aux séries trigonométriques. — I. Donnons-nous la suite des

$r(n)$ positive et décroissante; supposant la série $\sum_1^\infty r^2(n)$ convergente, nous allons déterminer $f(n)$ de façon que la série $\sum_1^\infty r(n)\,e^{2\pi i f(n)+2\pi i n x}$ converge uniformément vers une fonction continue de x; cela quelque lente que soit la convergence de $\Sigma r^2(n)$, à la condition seulement que la décroissance des $r(n)$ obéisse à certaines conditions simples de régularité [1].

f' étant monotone en même temps que $f'+x$, et $[f(u)+ux]''$ étant égal à $f''(u)$, les limitations que nous donneront nos lemmes seront valables uniformément quel que soit x. Prenons

$$f''=\frac{r^2(u)}{\int_u^\infty r^2(u)\,du},\qquad f=\int^u du\log\left(\frac{1}{\int_u^\infty r^2\,du}\right).$$

On voit immédiatement que f' croît, et que $r/\sqrt{f''}$ décroît et tend vers zéro; quant à $|r'/f''|$ on reconnaît qu'elle décroît et tend vers zéro, si l'on suppose $\log 1/r$ concave, et $1/r$ concave ou convexe (ou linéaire). Nous supposons ces hypothèses vérifiées. En remarquant que rf'' est inférieure à $2|r'|$ et en calculant l'intégrale $\int_a^b r\sqrt{f''}\,du$, on obtient

$$\left|\sum_{a<n\leqq b} r(n)e^{2\pi i f(n)+2\pi i n x}\right|$$
$$<16\sqrt{\int_a^\infty r^2\,du}+2\frac{|r'(a)|}{r^2(a)}\int_a^\infty r^2\,du+(4C+1)r(a)=\omega(a),$$

$\omega(a)$ étant indépendante de b, positive, décroissante et tendant vers zéro pour $a\to\infty$, ce qui résout le problème. On voit facilement que pour $a=\infty$, $\omega(a)$ est de l'ordre de $\sqrt{\int_a^\infty r^2\,du}$.

II. Le résultat précédent permet, étant donné la série $\Sigma\rho_n e^{nix+i\alpha_n}$ où la décroissance des ρ_n est soumise à certaines conditions de régularité, mais où $\Sigma\rho_n^2$ diverge aussi lentement qu'on voudra, de calculer les α_n en fonction des ρ_n de façon que cette série ne soit pas une série de Fourier.

---

(1) Cf. PALEY et ZYGMUND, *Proc. of the Cambridge Phil. Soc.*, 26, 1930, p. 337-357 et 458-474, et 28, 1932, p. 190-205; SALEM, *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 113 et 1175.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la méthode électrolytique de préparation des couches minces de* U^3O^8. Note de M. **Marcus Francis**.

Nous avons décrit (¹) une méthode électrolytique pour l'obtention des couches minces de l'oxyde d'urane U^3O^8, pouvant servir comme étalons dans des mesures de radioactivité. La même méthode a été employée par Collie (²) pour séparer l'urane I et II de l'urane X, isotope d'ionium.

En électrolysant une solution de nitrate d'urane qui n'avait reçu qu'une purification sommaire, nous avons obtenu des dépôts d'une activité légèrement supérieure à celle trouvée auparavant. L'effet semblait être en rapport avec la concentration du bain électrolytique. Afin de contrôler ce point nous avons fait quelques essais avec des bains beaucoup plus concentrés en nitrate d'urane. En prenant seulement les premiers milligrammes de dépôt d'un bain contenant 1-2^g du nitrate, nous avons pu séparer des dépôts, dont l'activité par milligramme était plusieurs dizaines de fois plus grande que celle qui correspondrait à l'oxyde d'urane seul.

Autant que possible les dépôts étaient dissous dans l'acide nitrique. L'analyse de cette solution par les méthodes de la radiochimie révélait la présence des éléments Pa, Ra et Po, ainsi que d'autres éléments radioactifs qui ne pouvaient pas contribuer à l'augmentation de l'activité des dépôts. Contrairement à l'observation de Collie, nous avons trouvé l'ionium et l'urane X dans ces dépôts d'oxyde d'urane.

Le protactinium et le polonium déposés étaient très difficiles à enlever des disques en platine utilisés comme cathodes; même une fusion prolongée au bisulfate de potassium se montrait incapable d'enlever toute l'activité des disques. Cependant la matière déposée, en quantités impondérables, semble jouir d'une certaine mobilité sur la surface, puisque l'essai de nettoyage des disques par des acides forts n'avait d'autre résultat que la répartition du Pa et Po sur les deux côtés du disque.

Les solutions obtenues lors du nettoyage des autres disques étaient réunies et soumises à une purification radioactive soignée. Il restait finalement quelques milligrammes d'oxyde d'urane, dont l'activité dans les limites d'erreur des mesures était normale (147,6 unités arbitraires par milligramme contre 152,9).

(¹) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1024.
(²) C. H. Collie, *Proc. Roy. Soc.*, A, 131, 1931, p. 541.

D'après ces observations il semble que la méthode électrolytique ne nous permet pas d'obtenir des couches d'oxyde d'urane radioactivement pur à partir du sel insuffisamment purifié. Les autres corps radioactifs se déposent de préférence lors de l'électrolyse, au moins partiellement.

PHYSIOLOGIE. — *Signification des quotients respiratoires inférieurs à 0,7 chez certains pœcilothermes.* Note (¹) de MM. **Lubomir Dontcheff** et **Charles Kayser**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

On ne dispose que d'un nombre restreint de méthodes pour faire avec exactitude la calorimétrie respiratoire chez les petits pœcilothermes. La méthode pondérale de Haldane exigeant de longues durées d'expérience est à déconseiller, les moindres condensations d'eau sur les parois extérieures de la cage ayant un retentissement considérable sur la valeur du quotient respiratoire. La méthode de Benedict en circuit fermé est d'emploi délicat quand la valeur absolue des échanges est faible. Reste la méthode du confinement avec analyse des gaz, la plus fréquemment employée, *mais cette méthode n'est acceptable que si, dans le cas des pœcilothermes comme dans celui des homéothermes, des variations de la concentration du* CO^2 *dans l'atmosphère allant de* 0,03 *pour* 100 *à* 1,0 *pour* 100 *ne modifient en rien la valeur du quotient respiratoire*. Nos expériences montrent qu'il n'en est pas ainsi chez tous les pœcilothermes.

Après nous être assurés de la précision de notre technique par de fréquentes analyses d'air atmosphérique et en établissant des quotients de combustion d'alcool, nous avons pu démontrer le rôle capital joué par la tension partielle du CO^2 dans l'atmosphère sur la valeur du quotient respiratoire par les expériences suivantes : Nous mesurons par la méthode du confinement les échanges d'un lot de 5 grenouilles pour des durées de 4 à 5 heures. Chaque expérience est constituée par deux mesures successives ; dans la première, A, on passe de l'air atmosphérique (0,03 pour 100 de CO^2) à une concentration de 0,6 à 1,5 pour 100 de CO^2 ; le quotient respiratoire est régulièrement inférieur à 0,7. Dans la deuxième, B, faite immédiatement après, en ayant soin de changer les animaux de cloche assez rapidement pour qu'ils ne puissent pas se débarrasser de l'acide carbonique qu'ils ont accumulé pendant la mesure précédente, on obtient des quotients

(¹) Séance du 5 août 1935.

respiratoires de 0,7. *Pour obtenir à coup sûr ce quotient, il faut qu'avant l'expérience, l'animal ait été équilibré avec une atmosphère dont la tension partielle en CO^2 soit très voisine de celle réalisée à la fin de la mesure.* Voici quelques exemples :

Température en degrés C.	O^2 consommé par kilo et heure.	Concentration finale du CO^2.	Quotient respiratoire.
1. A. 25°	94 cm³	1,5 %	0,67
B. 28	113	1,7	0,72
2. A. 28,5	106	1,2	0,69
B. 29,5	113	1,5	0,72
3. A. 24,5	100	0,7	0,66
B. 25,8	113	0,9	0,71
4. A. 22,4	67	0,5	0,65
B. 22,7	73	0,7	0,71
5. A. 23,5	80	0,6	0,62
B. 24	79	0,6	0,70

Si le rôle de la concentration en acide carbonique est déterminant, on doit pouvoir réaliser à volonté des quotients respiratoires supérieurs, inférieurs ou égaux à 0,7 selon que la grenouille aura été équilibrée avant la mesure avec une atmosphère où la pression de l'acide carbonique sera supérieure, inférieure ou égale à celle réalisée à la fin du confinement; c'est ce qui ressort avec la plus grande netteté des chiffres obtenus sur une grenouille de 38g maintenue à 10° :

O^2 consommé par kilo et heure en cm³.	Concentration initiale du CO^2 en vol. %.	Pression initiale du CO^2 en mm Hg.	Concentration finale du CO^2 en vol. %.	Pression finale du CO^2 en mm Hg.	Quotient respiratoire.
21	0,03	0,23	1,0	7,60	0,57
18	1,00	7,60	1,8	13,68	0,58
20	1,80	13,68	1,5	11,40	0,74
22	1,50	11,40	1,6	12,16	0,70
19	1,60	12,16	2,0	15,20	0,64
23	2,00	15,20	1,5	11,40	0,76
21	1,50	11,40	2,9	22,04	0,64
23	2,90	22,04	5,4	41,04	0,65
33	5,40	41,04	1,3	9,88	1,31

En soumettant la tortue à des expériences comparables nous avons vu qu'elle se comportait d'une façon toute différente de la grenouille : en passant de 0,03 pour 100 de CO^2 par exemple à 1,2 pour 100, le quotient

respiratoire ne s'est pas abaissé, mais maintenu à la valeur classique du jeûne, soit 0,72.

Ces constatations autorisent les deux conclusions suivantes :

1° *Les différents pœcilothermes se comportent différemment en présence de tensions variées d'anhydride carbonique. Les uns, comme la tortue, réagissent aux accumulations de cet acide dans l'atmosphère par une hyperventilation comme le font les homéothermes, les autres (la grenouille) ne modifient pas leur ventilation pulmonaire, se laissent imprégner par cet acide et le retiennent en augmentant leur réserve alcaline.*

2° *Les quotients inférieurs à 0,7 fréquemment signalés par les auteurs chez la grenouille à jeun sont dûs, dans les expériences de confinement, à une erreur expérimentale.* Il suffit d'opérer dans des conditions telles que l'animal ait été mis en équilibre avant la mesure avec une atmosphère contenant de l'acide carbonique à la même pression partielle que celle qui sera réalisée à la fin du confinement pour qu'apparaisse un quotient respiratoire à signification métabolique, et non plus un quotient artificiel traduisant simplement des décharges où des rétentions de CO^2.

La séance est levée à 15^h^20^m^.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 SEPTEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES BARROIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Farid Boulad Bey**, membre de l'Institut d'Égypte, qui assiste à la séance.

M. **Jules Schokalsky** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *Les Atlas géographiques actuels et plus particulièrement l'Atlas de Stieler*, 10ᵉ *Édition jubilaire.*

CORRESPONDANCE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther formyltropique.* Note (¹) de MM. **Henry Gault** et **Matus Cogan**, présentée par M. Marcel Delépine.

Au cours d'un travail de recherches sur les éthers formylacétiques, travail dont les résultats seront publiés ultérieurement, nous avons été amenés à étudier la condensation de l'éther formylphénylacétique (I) avec la formaldéhyde, dans des conditions analogues à celles décrites précédemment par l'un de nous (²).

Cette condensation conduit, comme on pouvait s'y attendre, à l'éther

---

(¹) Séance du 26 août 1935.

(²) H. Gault, J. Burkhard et T. Wendling, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 795 et 1052.

formyltropique (II) :

$$\underset{\text{(I)}}{C^6H^5-\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{\underset{\underset{\displaystyle CHO}{|}}{C}}-COOC^2H^5} + CH^2O \rightarrow \underset{\text{(II)}}{C^6H^5-\overset{\overset{\displaystyle CH^2.OH}{|}}{\underset{\underset{\displaystyle CHO}{|}}{C}}-COOC^2H^5}$$

On agite à la température ordinaire, jusqu'à disparition de la coloration au perchlorure de fer, un mélange d'éther formylphénylacétique (1^{mol}) avec un excès de formol à 33 pour 100 ($1^{mol},5$ à 2^{mol}) en présence de carbonate de potassium (2^g). La réaction, faiblement exothermique, est terminée en 30 à 40 minutes.

On extrait à l'éther, décante, lave la couche éthérée à l'eau et sèche sur sulfate de magnésium. Par évaporation de l'éther, l'éther formyltropique formé se solidifie progressivement et peut être partiellement purifié par redissolution dans l'éther et précipitation par l'éther de pétrole.

L'éther formyltropique, ainsi obtenu, fond à 92-93°. Il est indistillable sans décomposition, même sous la pression réduite de 15^{mm}. Il est soluble dans les solvants organiques habituels, sans que nous ayons pu, jusqu'à présent, le séparer de ses solutions à l'état cristallisé autrement que par évaporation totale du solvant; il est insoluble dans l'eau et l'éther de pétrole. Il donne, avec le réactif de Schiff et le nitrate d'argent ammoniacal, les réactions normales de la fonction aldéhyde.

Le rendement est sensiblement quantitatif.

Analyses. — Trouvé : C pour 100, 63,0; 62,6; 63,4; H pour 100 : 6,2; 6,22; 6,54. Poids moléculaire (cryoscopie dans l'acide acétique) M : 223. Calculé pour $C^{12}H^{14}O^4$ (M : 230) : C pour 100 : 64,8; H pour 100 : 6,31.

Nous sommes amenés à conclure de ces analyses que l'éther formyltropique obtenu par ce procédé renferme une trace d'une impureté que nous ne sommes pas encore parvenus ni à caractériser d'une façon sûre, ni à éliminer.

Nous ne pouvons, cependant, malgré ces dosages peu satisfaisants, douter de la constitution de notre produit : elle est établie, en effet, par les premiers résultats de l'étude chimique que nous avons entreprise et dont nous résumons ci-après les points essentiels.

Acétylation. — L'acétylation, effectuée suivant la technique connue par chlorure d'acétyle et pyridine, donne naissance à un composé cristallisé incolore, soluble dans les solvants organiques habituels, insoluble dans l'eau à froid et l'éther de pétrole. Après recristallisation dans l'eau, il fond à 76° et bout sous 15^{mm} à 212-213° sans décomposition. Il donne, avec le

réactif de Schiff, la liqueur de Fehling et le nitrate d'argent ammoniacal, les réactions normales de la fonction aldéhyde.

Analyses. — Trouvé : C pour 100 : 63,62 et 63,3 ; H pour 100 : 5,58 et 5,91. Poids moléculaire (cryoscopie dans l'acide acétique) M : 272. Calculé pour $C^{14}H^{16}O^{5}$ (M : 264) : C pour 100 : 63, 63 ; H pour 100 : 6,06.

Le composé qui se forme par acétylation est l'éther acétique de la fonction alcool primaire de l'éther formyltropique.

Action de la chaleur. — L'éther formyltropique est instable à la chaleur. Il se dédouble, dès 100°, en éther formylphénylacétique et formaldéhyde : on comprend donc qu'il soit indistillable, même sous pression réduite (voir plus haut).

Saponification. — Les alcalis dilués (10 pour 100) ou concentrés (50 pour 100) et l'eau de baryte saponifient, à chaud ou à froid, l'éther formyltropique avec formation d'un mélange, en proportions variables avec la température et avec la concentration des solutions alcalines ou alcalinoterreuse, de :

1° *acide phénylacétique*, produit principal de la saponification à chaud ;
2° *acide tropique*, produit principal de la saponification à froid ;
3° *acide atropique*, en petite quantité.

De ces diverses réactions, nous croyons pouvoir conclure, malgré nos analyses, que le produit de condensation de l'éther formylphénylacétique avec le formol en présence de carbonate de potassium est bien l'*éther formyltropique*.

Nous ne sommes pas encore en état de dire si cet éther répond exclusivement à la forme aldéhydique ou s'il est, en réalité, un mélange de cette forme avec la forme β-époxanolique ([1]) correspondante.

PHYSIQUE CRISTALLINE. — *Polymorphisme dans la série des diacides gras normaux*. Note ([2]) de M. **François Dupré la Tour**, transmise par M. Maurice de Broglie.

On sait ([3]) que plusieurs diacides gras normaux peuvent se présenter sous deux formes cristallines différentes dont l'apparition dépend, comme facteur essentiel, de la température. En général, la variété β obtenue à

([1]) M. Backès, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 277 et 1674, et **200**, 1935, p. 1669.
([2]) Séance du 26 août 1935.
([3]) F. Dupré la Tour, *Thèse* et *Ann. de Phys.*, **18**, 1932, p. 191.

basse température se transforme en la variété α par simple chauffage des cristaux β.

Ce polymorphisme se retrouve *dans tous les termes impairs de la série* entre 3 et 17 atomes de carbone. Pour établir ce point, il restait à examiner les acides pimélique et azélaïque contenant respectivement 7 et 9 atomes de carbone [1].

Acide pimélique $HOOC-(CH^2)^5-COOH$. — W. A. Caspari [2] a étudié, au laboratoire de Sir William Bragg, la structure de ce composé. Le cristal qui lui a servi appartenait à la forme stable à basse température que nous appelons forme β. Or on peut obtenir, en fondant l'acide et en le laissant refroidir très lentement à l'abri de l'air, de petits cristaux d'une autre forme, la forme α. Ils se présentent en lamelles minces, le cristal qui nous a servi avait 1/10e de millimètre d'épaisseur, dont les faces les plus développées sont parallèles au plan (001) et dont une seule direction d'arête est en général nettement marquée, celle qui correspond à l'axe [110]. Le plan (010) est un plan de facile clivage.

Le cristal appartient au système monoclinique. L'étude aux rayons X donne les mesures suivantes :

$$a = 22{,}20\ \text{Å};\quad b = 9{,}59\ \text{Å};\quad c = 45{,}4\ \text{Å};\quad \beta = 137^\circ 14'.$$

L'angle β des axes *a* et *c* a pu être calculé de façon relativement précise, parce que les diagrammes d'oscillation autour de *a* présentent une particularité qui indique l'existence d'une relation numérique simple entre les paramètres.

La maille élémentaire α contient 32 molécules $C^7H^{12}O^4$, tandis que la maille élémentaire β n'en a que 4. Nous avons remarqué, pour d'autres acides, cet accroissement, en passant de la forme β à la forme α, mais nous n'avions jamais obtenu un nombre aussi considérable [3]. La longueur 45,4 Å de l'axe *c* correspond à 4 molécules mises bout à bout et jointes par leurs groupements COOH. Chaque molécule a une longueur un peu supérieure à celle qu'elle présente dans la forme β. La densité du cristal varie peu d'une forme à l'autre.

---

(1) Nous devons ces acides à M. Grünfeld.

(2) W. A. Caspari, *Journ. Chem. Soc.*, London, 30, 1928, p. 3235.

(3) La maille d'acide glutarique (à 5 atomes de carbone) contient 8 molécules; celle d'acide azélaïque (à 9 atomes de carbone) en a 4 : il est curieux de constater ce défaut de continuité dans la variation des paramètres des cristaux α lorsqu'on s'élève d'un terme au suivant dans la série des acides *impairs*. La forme β de basse température présente au contraire une remarquable continuité.

Nous avons déterminé les indices (h, k, l) d'un grand nombre de taches de diffraction. La somme $h+l$ est toujours un nombre pair. Donc la face (010) du cristal élémentaire est une face centrée. De plus les taches ($h0l$) disparaissent quand h ou l est impair : il y a donc un plan de symétrie translatoire, et le groupe de symétrie est C_{2h}^6.

Nous indiquerons, dans un travail d'ensemble, ce qu'on peut déduire de ces observations pour la position relative des 32 molécules dans la maille élémentaire.

Lorsqu'on chauffe la poudre microcristalline β à des températures croissantes, le changement de diagramme correspondant à la transformation $\beta \rightarrow \alpha$ s'opère à 74-75°. Mais le simple refroidissement à température ordinaire ne suffit pas à produire la transformation inverse, même après plusieurs semaines. Par contre, si l'on pulvérise un cristal α qui s'était maintenu intact à température ordinaire, on retrouve en général la forme β.

Acide azélaïque HOOC—$(CH^2)^7$—COOH. — Déjà en 1929, W. A. Caspari [1] avait trouvé l'existence d'une deuxième forme cristalline, obtenue par refroidissement lent de solutions chaudes. Nous avons vérifié que cette forme est aussi celle que l'on obtient en refroidissant lentement l'acide fondu : cette variété d'acide azélaïque se place donc à son rang dans la série des formes α des diacides à nombre impair d'atomes de carbone.

MINÉRALOGIE. — *Sur un constituant essentiel des terres à foulon.* Note [2] de M. **Jacques de Lapparent.**

On a distingué jusqu'à ce jour deux sortes de terres à foulon : les terres à *kaolinite-halloysite* et les terres à *montmorillonite*. Des recherches que nous avons entreprises récemment en vue de déterminer les minéraux qui composent les diverses terres douées d'un certain pouvoir adsorbant, nous amènent à distinguer une troisième sorte de celles-ci.

Ces terres existent en France, dans les terrains éocènes du Vaucluse (voisinage de Mormoiron), et aux États-Unis d'Amérique où elles constituent la *Fuller's earth* d'Attapalgus (Géorgie). Des analyses chimiques précises que nous avons fait faire (Raoult) tant des terres françaises que de la terre américaine fournissent, après déduction de ce qui n'est pas *argile*, les données suivantes :

---

(1) W. A. Caspari, *Journ. Chem. Soc.*, London, 30, 1929, p. 2709.

(2) Séance du 26 août 1935.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	H^2O^-.	H^2O^+.
Attapulgus...	53,7	9,0	3,6	0,2	9,6	1,2	0,9	0,5	9,7	11,6
Mormoiron..	53,6	10,6	6,5	0,3	4,6	2,1	0,8	0,5	11,6	9,4

(Totaux ramenés à 100 pour rendre mieux comparables les analyses.)

Les produits qui ont ces compositions forment une *phyllite*, d'un vert très clair dans les deux cas, dont la biréfringence est de l'ordre de 0,020 et dont la réfringence est inférieure à celle du quartz.

En calculant moléculairement les analyses, bloquant les protoxydes sous le titre MgO et les sesquioxydes sous le titre Al^2O^3, on établit une formule à partir de chaque analyse :

Attapulgus......	$89SiO^2$	$11Al^2O^3$	$26MgO$	$2(K, Na)^2O$	$118H^2O$
Mormoiron......	$89SiO^2$	$14Al^2O^3$	$16MgO$	$2(K, Na)^2O$	$117H^2O$

Ces formules sont *équivalentes*. On remarque immédiatement que la somme des atomes d'oxygène est 357 dans un cas, 355 dans l'autre, et que le magnésium et l'aluminium se remplacent dans la proportion de Al^2 pour Mg^3, suivant la règle des valences. Comptant alors toute l'alumine en magnésie équivalente, on obtiendra pour les deux analyses une formule à très peu près identique à $Si^{90}O^{360}Mg^{60}H^{240}$, étant entendu que sous H on bloque la minime quantité d'alcalins. Cette formule se réduit à

$$Si^3O^{12}Mg^2H^8 = 3SiO^2.2MgO.4H^2O.$$

Le corps purement alumineux serait $Si^{90}O^{360}Al^{40}H^{240}$, c'est-à-dire

$$Si^3O^{12}Al^{4/3}H^8 = 3(Si^3O^{12}).Al^4.H^{24} = 4,5SiO^2.Al^2O^3.6H^2O.$$

Le premier corps, purement magnésien, a exactement la formule de la *sépiolite* suivant la définition de Fersmann. Le deuxième corps n'est pas connu à l'état pur. La phyllite des terres argileuses envisagées répond à la formule brute : $Si^3O^{12}(Al^{2/3}, Mg)^2H^8$. Elle est un *édifice* caractérisé par son radiogramme Debye; les lignes mises en évidence tant par la terre du Vaucluse que par la terre d'Attapulgus sont les mêmes :

Int.	12.	2.	2.	10.	10.	10.	4.	2.	2.	4.	2.	4.	2.
Espac^{ts}.	10,2	6,4	5,3	4,3	3,25	2,55	2,15	1,8	1,67	1,49	1,37	1,29	1,25

(Radiogrammes obtenus et calculés par M. R. Hocart.)

L'édifice est celui d'une *phyllite à* 10 *angströms*, et cela vient en confirmation de la formule brute en O^{12}.

Les courbes thermiques, qui nous ont été procurées par les soins de MM. Orcel et Jouravsky, présentent de grandes ressemblances avec celles que donnent les *palygorskites*. Mais, comme il y a tendance actuellement à

considérer les palygorskites comme des mélanges physiques de sépiolite et de kaolinite (renseignement de M. Orcel), et comme la kaolinite n'intervient absolument pas dans la composition de la phyllite étudiée, nous ne pouvons employer le nom de palygorskite pour la désigner.

Nous proposons de nommer cette phyllite *attapulgite*. L'attapulgite, dont la formule est donnée ci-dessus, tend à la sépiolite (sens Fersmann) lorsqu'elle devient plus magnésienne. On admettra que la limite entre la sépiolite et l'attapulgite se fait au rapport *trois* de la somme des molécules de protoxydes (MgO, CaO, FeO, MnO) à la somme des molécules de sesquioxydes (Al^2O^3, Fe^2O^3). Si ce rapport est plus grand que 3, le corps est dit *sépiolite*; si ce rapport est plus petit que 3, il est dit *attapulgite*. Ce dernier cas est celui des terres de Mormoiron et d'Attapulgus.

Certains auteurs américains ont assimilé à tort la terre d'Attapulgus à la montmorillonite. L'analyse chimique, la courbe thermique, le radiogramme Debye excluent cette assimilation.

L'examen pétrographique des *terres à attapulgite* montre que leur phyllite est chargée de produits titanés : rutile et anatase. Envisageant alors l'origine possible de cette phyllite, on en vient à se demander si elle ne dériverait pas d'un mica alcalino-magnésien. Parallélisant la structure à 10 Å du modèle mica, pyrophyllite, talc, avec celle de l'attapulgite, on pourrait écrire cette dernière : $(OH)^2 . H^2(Mg^2, Al^{4/3}) . H^4Si^3O^{10}$; et l'on y différencierait ainsi des *eaux* d'attaches plus ou moins lâches. De l'une de ces eaux on pourrait dire que, s'étant formée lors des décompositions qui ont permis au mica de passer à l'attapulgite, elle a trouvé une *situation zéolitique*. Le caractère de l'union de cette eau avec la silice est peut-être le répondant du pouvoir adsorbant direct et important des terres d'Attapulgus et de Mormoiron.

MINÉRALOGIE. — *Sur les constituants minéralogiques essentiels des argiles, en particulier des* terres à foulon. Note (¹) de M. **Henri Longchambon**.

Étudiant avec M. Mourgues le gisement de la sépiolite de Salinelles (²), nous avions émis l'hypothèse que ce minéral pouvait être assez fréquent dans les sédiments, sa présence étant difficile à déceler par examen optique ou par voie chimique seule. Après l'établissement des caractéristiques

(¹) Séance du 26 août 1935.

(²) *Bull. Soc. Fr. Minéralogie*, 50, 1927, p. 66.

physicochimiques des sépiolites [1] et des divers minéraux pouvant exister dans les argiles, on pouvait tenter de vérifier cette hypothèse. Pour ce faire, nous nous sommes adressé aux terres à foulon, comme la terre de Salinelles, possédant avec cette dernière une analogie de conditions de gisement et montrant une certaine teneur en magnésie. Nous avons examiné divers échantillons d'argiles de Mormoiron, Carpentras, Apt, Reims, de Californie et de Bavière. La présence, dans ces terres, de sépiolite en mélange mécanique avec d'autres éléments n'est pas confirmée. Par contre on constate la présence d'un élément minéral défini, constituant parfois la totalité de ces terres, d'autres fois en mélange avec des carbonates ou du quartz, montrant les mêmes caractéristiques essentielles d'un échantillon à l'autre, lesquelles présentent avec celles de la sépiolite les étroites analogies suivantes :

Même type structural par diffraction des rayons X.

Teneur en eau élevée. Une partie de celle-ci, partant entre 20° et 350°, est à caractère zéolitique. Le reste constitue un hydrate défini, se détruisant entre 400° et 500°. La destruction de cet hydrate s'accompagne d'une modification du réseau sans passage par l'état amorphe, comportant une contraction et la disparition des propriétés zéolitiques; cette nouvelle forme est stable jusqu'à 750°-800°, température à laquelle elle se détruit brusquement et au delà de laquelle se poursuit une recristallisation d'éléments nouveaux (phase plastique de la masse). Les différences avec la sépiolite sont les suivantes : la destruction du réseau vers 800° n'est accompagnée d'aucun départ d'eau. La destruction de l'hydrate entre 400° et 500° correspond à un phénomène plus net et plus ample (teneur en eau plus élevée). Le minéral est peu ou pas attaquable par l'acide chlorhydrique à froid. D'autre part, ce minéral apparaît en première approximation comme un silicate d'alumine, de magnésie et fer.

Avec les sépiolites et les constituants des argiles étudiées on se trouve en présence d'un groupe de minéraux ayant tous les caractères d'une série isomorphe : étroite analogie de caractéristiques physiques principales, différences secondaires liées à une variation de composition chimique. On rejoint ainsi une hypothèse émise par M. Fersmann [2] sur la composition de ses palygorskites et pylolites, considérées comme dérivant de la combinaison isomorphe de la sépiolite ($3SiO^2 2MgO.4H^2O$) et de la paramont-

---

[1] H. LONGCHAMBON et G. MIGEON, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1946.

[2] *Bull. Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 6e série, 2, 1908, p. 637.

morillonite ($4SiO^2Al^2O^3.6H^2O$) avec intervention du fer en remplacement de l'aluminium et du magnésium.

Appliquant à des échantillons typiques de ces minéraux, palygorskites de Mercœur (France), Brozzo (Italie) et Vignoes (Norvège), les mêmes procédés d'étude que pour la sépiolite et le constituant des terres à foulon, nous avons obtenu des caractéristiques identiques à celles de ce dernier.

D'autre part la composition chimique de ces palygorskites et des constituants des terres à foulon peut être interprétée comme provenant de l'isomorphisme de la sépiolite et de la paramontmorillonite en donnant toutefois à ce premier minéral la formule $Si^4O^{11}Mg^3.H^2O-(H^2O)^x$, et au second la formule $Si^4O^{11}Al^2.2H^2O-(H^2O)^x$, avec remplacement fréquent de Mg par Fe et peut-être de Al par Fe.

Les palygorskites (au sens large, y compris les pylolites) constituent donc bien une famille isomorphe, dont deux termes extrêmes sont la sépiolite et la paramontmorillonite avec sans doute tendance à un troisième, ferrifère (nontronite). Ces minéraux ont les mêmes caractéristiques fondamentales sous divers faciès : fibreux macroscopiques, cryptocristallins plus ou moins nettement résolubles au microscope, colloïdaux. *Sous ces deux dernières formes, ce minéral est le constituant essentiel de toute une catégorie de sédiments argileux, ayant reçu les noms de terres à foulons, argiles smectiques, montmorillonite, confolensite, stéargillite, saponite, etc. et explique leurs propriétés spéciales.*

A ce groupe des argiles *palygorskitiques*, présentant un ensemble de caractères physicochimiques fondamentaux communs fort nets, s'oppose le groupe des argiles *kaoliniques* allant de la kaolinite macroscopique à l'halloysite colloïdale, où les mêmes procédés d'étude révèlent un ensemble de caractères différents.

Ces caractères ne s'opposent pas à des variations secondaires à l'intérieur de chaque groupe, comme certaines ont déjà été établies, à base cristallographique pour la kaolinite, et à base chimique pour les palygorskites. Nous ne prétendons pas, d'autre part, que tous les sédiments argileux rentrent dans l'un de ces groupes. Certaines données nous en font même envisager un troisième basé sur les caractéristiques communes au talc et à la pyrophillite et qui comprendrait certains sédiments, comme les bentonites.

Mais la distinction ci-dessus introduite dans le complexe des sédiments argileux de formation continentale ou épicontinentale paraît essentielle. Il est possible qu'elle corresponde à une différence d'origine, les argiles à

propriétés kaoliniques provenant de l'altération des feldspaths et micas, les argiles à propriétés palygorskitiques de l'altération des pyroxènes et amphiboles.

GÉOLOGIE. — *Traces d'importantes actions éoliennes interglaciaires en Pologne*. Note (¹) de M. **André Cailleux**, transmise par M. Lucien Cayeux.

Le sable de la Vistule actuelle se distingue par la forme ronde et l'aspect mat, en un mot par l'allure éolienne, des grains de quartz qui en constituent la majeure partie. Pour expliquer cet aspect, nous avons examiné environ 200 échantillons de sables s'échelonnant du Trias à l'époque actuelle, à grains assez gros ($0^{mm},4$ à 1^{mm}), provenant d'affleurements ou de forages de Hel (près de Dantzig), Lida (près de Vilno), Varsovie, Lukow et Warka (sud de Varsovie), etc.

Il y a quasi-identité (composition minéralogique; forme ronde et aspect mat des quartz) entre les sables de la Vistule actuelle près de Varsovie et ceux de ses berges, c'est-à-dire, en reculant dans la série géologique, des terrasses postglaciaires de la Vistule et de leurs dunes, des interglaciaires et du Préglaciaire nordique; les moraines de fond intercalées dans ces sables, lavées *in vitro*, donnent un résidu presque identique aux sables. De là, il faut reculer jusqu'au Trias pour trouver de nouveau des grains, gros, ronds et mats, d'allure éolienne, comme le montre le Tableau suivant :

Quaternaire nordique.....	gros grains ronds et très mats.
Préglaciaire Karpathique..	gros grains très brillants, anguleux avec arêtes émoussées.
Pliocène...............	gros grains très rares, très brillants.
Miocène................	gros grains très brillants, soit ronds, soit à arêtes très émoussées.
Oligocène..............	gros grains très brillants, soit anguleux, soit à arêtes émoussées.
Nummulitique...........	lacune stratigraphique.
Jurassique et Crétacé.....	grains fins.
Trias..................	grains gros, ronds, très mats.
Primaire...............	non étudié.

La seule exception est qu'au Nord-Ouest de la Pologne (Hel), le Qua-

(¹) Séance du 26 août 1935.

ternaire nordique (moraine et sables) est à grains anguleux peu mats. Sauf à Hel, les glaciers ont donc apporté un sable à grains d'aspect rond et mat.

Trois hypothèses pourraient expliquer cet aspect :

1° L'action érosive d'un glacier façonnerait des grains ronds et mats. Mais les sables de glaciers alpins décrits par Cayeux et le sable de Hel sont au contraire à grains très anguleux et non mats.

2° Les grains d'allure éolienne viendraient du Trias ou du Primaire baltiques; mais vu la faible étendue relative de ces terrains dans le domaine des glaciations, on devrait trouver dans le matériel de celles-ci beaucoup plus de quartz brillants (soit granitiques, soit remaniés de l'Oligocène ou du Miocène); or, sauf à Hel, il n'en est pas ainsi.

3° Une seule explication reste possible. Après le retrait des premières glaciations, qui n'ont pas atteint la Pologne, des actions éoliennes interglaciaires intenses se sont exercées, quelque part vers le Nord, sur le matériel abandonné par les premiers glaciers, et en ont rendu les grains de quartz ronds et mats. Puis la glaciation polonienne (Riss?) a poussé ce matériel, désormais d'allure éolienne, sur la Pologne. Les actions éoliennes ont pu reprendre à l'Interglaciaire Riss-Würm. On sait d'ailleurs qu'elles ont été intenses après le Würm (dunes paraboliques, etc.).

Le Quaternaire nordique de Pologne est donc caractérisé, non pas exclusivement par les phases glaciaires, mais par l'alternance de phases éoliennes interglaciaires et de phases glaciaires; et les phases éoliennes ont été assez énergiques pour donner aux sables un aspect éolien incomparablement plus beau que celui des sables du Sahara; enfin les remaniements par les glaces et l'eau ne semblent pas avoir sensiblement altéré cet aspect.

PHYSIOLOGIE. — *La chronaxie dans le mouvement volontaire et dans la douleur chez l'homme normal. Chronaxie statique et chronaxie dynamique.* Note (1) de M. **Georges Bourguignon**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

I. J'ai montré que la chronaxie du biceps double de valeur pendant la contraction volontaire du triceps brachial (2). Pendant la flexion volon-

(1) Séance du 26 août 1935.

(2) G. Bourguignon, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 489.

taire de l'avant-bras au contraire celle du triceps ne varie pas chez les quatre sujets normaux, deux hommes et deux femmes. A l'avant-bras j'ai retrouvé, comme au bras, une augmentation de 100 pour 100 de la chronaxie des fléchisseurs pendant la contraction volontaire des extenseurs sans aucune variation pendant leur contraction électrique tétanisante; mais j'ai observé, contrairement à ce qui se passe au bras, une légère augmentation (16,6 à 20 pour 100) de la chronaxie des points moteurs supérieurs des extenseurs, sans variation de celle des points moteurs inférieurs.

Pour comprendre la différence entre les fléchisseurs et les extenseurs, il suffit de considérer que le rapport de tonus des fléchisseurs et des extenseurs est représenté par l'inverse du rapport de leurs chronaxies : l'obstacle que le tonus des fléchisseurs apporte à la contraction des extenseurs disparaît quand leur chronaxie augmente et devient égale à celle des extenseurs. Au contraire le tonus des extenseurs n'apporte pas d'obstacle à la contraction des fléchisseurs; aussi la chronaxie des extenseurs ne varie-t-elle pas au bras et à peine à l'avant-bras pendant la flexion volontaire. S'il y a une légère augmentation de la chronaxie des extenseurs à l'avant-bras, c'est que les mouvements de la main et des doigts sont plus fins, plus délicats et plus précis que ceux de l'avant-bras et que la légère diminution du tonus des extenseurs que traduit une légère variation de chronaxie facilite encore la flexion.

Quant à la chronaxie des points moteurs inférieurs des extenseurs, qui innervent la portion des extenseurs qui se contracte pendant la flexion, elle ne varie pas, comme dans toute contraction volontaire.

Enfin, dans toutes ces expériences, la chronaxie des nerfs n'a jamais varié.

Je n'ai constaté non plus aucune action d'un mouvement volontaire d'un côté sur la chronaxie du côté opposé, ni d'un segment sur celle d'un autre segment du même côté ou du côté opposé.

II. Antérieurement, j'avais montré que les variations de chronaxie observées par H. Laugier, W. Libersohn et B. Neoussikine suivant la position ne pouvaient pas être attribuées à la posture (*loc. cit.*) et j'avais mis d'autre part en évidence le rôle de la douleur dans les variations de la chronaxie chez les rhumatisants chroniques [1].

Je viens de reprendre les mêmes expériences sur l'influence de la douleur dans la flexion et l'extension du poignet chez deux sujets normaux.

---

[1] G. Bourguignon, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 381.

Le poignet étant placé en flexion ou en extension passive, on force peu à peu la flexion ou l'extension jusqu'à ce que la position devienne douloureuse.

On prend successivement la chronaxie d'un fléchisseur et d'un extenseur dans chacune des positions, naturelle et non douloureuse, puis forcée et douloureuse.

Dans ces conditions, la chronaxie reste normale tant que la position forcée ne détermine aucune sensation douloureuse. Dès que cette sensation apparaît, la chronaxie commence à augmenter pour arriver à une valeur maxima qui est le double de la normale à la fois dans les fléchisseurs et les extenseurs : il s'agit là, vraisemblablement, d'une action réflexe.

Par contre, comme dans le mouvement volontaire, la chronaxie des troncs nerveux eux-mêmes ne varie pas.

III. En rapprochant ces variations extemporanées, d'origine cérébrale dans le mouvement volontaire, d'origine réflexe dans la douleur, de celles que j'ai observées depuis déjà longtemps dans la fatigue (1) et dans le sommeil naturel (2), je propose de distinguer deux sortes de chronaxies :

1° la chronaxie que j'appelle *statique* et qui est la chronaxie qu'on trouve sur le sujet au repos, bien relâché. C'est elle qui caractérise les divers groupes musculaires fonctionnels;

2° la chronaxie que j'appelle *dynamique* et qui est la chronaxie que les muscles et leurs points moteurs acquièrent momentanément au cours du fonctionnement, soit réflexe, soit volontaire du système nerveux ou au cours de certains états passagers comme la fatigue et le sommeil naturel.

Cette conception, qui élargit le point de vue de la physiologie normale du système nerveux, ouvre certainement de nouveaux horizons en pathologie, où il y aura lieu de considérer des altérations de la chronaxie dynamique accompagnant ou non des variations de la chronaxie statique.

Conclusions. — On peut résumer tout ce qui précède dans quelques propositions :

1° Alors que la contraction volontaire des muscles antérieurs ne s'accompagne que d'une variation légère ou nulle de la chronaxie des muscles postérieurs, la contraction volontaire des muscles postérieurs comporte toujours une augmentation de 100 pour 100 de la chronaxie des muscles antérieurs : c'est là certainement le mécanisme de l'innervation réciproque de Sherrington.

---

(1) G. Bourguignon et H. Laugier, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 846.

(2) G. Bourguignon et J.-B.-S. Haldane, *C. R. Soc. Biol.*, 108, n° 25, 22 mai 1931, p. 1931.

2° Toute position forcée provoque, dès qu'elle est douloureuse, une augmentation passagère de 100 pour 100 de la chronaxie de tous les muscles du segment siège de la douleur.

3° Les variations de chronaxie dans le mouvement volontaire et la douleur, chez l'homme, ne s'observent que sur le muscle et le point moteur musculaire, mais non sur le nerf extra-musculaire.

4° Il y a lieu de distinguer une *chronaxie statique*, chronaxie des organes au repos, et une *chronaxie dynamique*, qu'ils acquièrent au cours du fonctionnement volontaire ou réflexe du système nerveux ou pendant certains états comme la fatigue ou le sommeil.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur le phosphore acido-soluble, le phosphore minéral et le phosphore ultrafiltrable du sang.* Note [1] de Mme **Isabela Potop**.

Dans ce travail j'ai examiné d'une part le rapport entre le phosphore acido-soluble, le phosphore minéral et le phosphore ultrafiltrable du sérum et du plasma de l'homme et du chien, d'autre part leurs variations dans l'acidose et l'alcalose expérimentales chez le chien.

Quant au prélèvement et à la conservation du sang, afin d'éviter *in vitro* l'action des phosphatases, j'ai opéré comme suit : le sérum ou le plasma sont utilisés frais ou conservés quelques heures à 0°; les dosages des phosphores acido-soluble et minéral ont été faits au maximum 5 heures après la prise de sang, le filtrat sanguin étant conservé entre temps à 0°; l'ultrafiltration a été réalisée à la température ambiante et a duré au plus 18 heures. Voici le résumé des expériences et des résultats obtenus :

I. *a.* Le phosphore acido-soluble (qui correspond à la définition courante du phosphore minéral) a été *dosé directement* par la méthode de Briggs dans le filtrat obtenu après hémolysation par eau et déprotéinisation par l'acide trichloracétique à 20 pour 100.

b. Le phosphore minéral (orthophosphates) a été dosé par le mélange citrique-magnésien dans les filtrats, obtenus soit après défécation suivant la technique de Cahn [2], soit d'après la méthode mentionnée plus haut (*a*), ainsi que dans l'ultrafiltrat.

Les résultats obtenus sont sensiblement égaux et toujours inférieurs à ceux du phosphore acido-soluble. Voici les résultats de quelques analyses :

---

[1] Séance du 19 août 1935.

[2] *Ann. Physiol. et Physicoch. Biol.*, 9, 1933, p. 1-84.

Phosphore (mg ‰) (¹).

	Acido-soluble.	Orthophosphates (*b*).	Orthophosphates (*a*).	Ultrafiltrable (orthophosphates).
Sérum Chien I.....	59	40	39	38,5
Sérum Chien II....	44	37,5	37,5	37
Plasma Chien I....	26,4	22	20,5	21
Plasma Chien II....	26,5	21	20,5	21,2

c. Le dosage du phosphore ultrafiltrable, soit directement, soit après minéralisation, donne des résultats sensiblement égaux et identiques à ceux des orthophosphates. [L'appareil utilisé est celui de Grabar modifié par J. Lévy et M. Pacou (²).]

Phosphore (mg ‰).

Après minéralisation.	Directement.	Orthophosphates.
35,2.............	35	34,8
53...............	54,2	53,8
50...............	50,5	49,2

Quant à la fraction non ultrafiltrable, je signale que l'addition de Cl^2Ca *in vitro* donne des variations du phosphore ultrafiltrable qui confirmeraient les résultats de Scholtz (³) et Grollmann (⁴) (ces auteurs admettent une combinaison entre le phosphore, le calcium et les protéines).

On voit que, dans le sérum et le plasma normal, *le phosphore ultrafiltrable est uniquement minéral et constitué par des orthophosphates. La totalité des orthophosphates constituant* 60-80 *pour* 100 *du phosphore acidosoluble est entièrement infiltrable.*

II. En ce qui concerne le rapport entre les variations de la réserve alcaline et la phosphatémie, les recherches antérieures ne sont ni suffisamment nombreuses, ni décisives.

J'ai repris cette étude dans des conditions très précises et en suivant les variations concomitantes du pH, de la réserve alcaline, de la calcémie, du phosphore acido-soluble et du phosphore minéral chez le chien.

Pour provoquer des variations de la réserve alcaline, j'ai injecté dans la veine saphène du chien des quantités proportionnelles avec leur poids de substances capables de déterminer soit une acidose (par la saignée même, acide chlorhydrique, acide lactique, chlorure d'ammonium), soit une alcalose (carbonate de sodium,

---

(¹) Notons au passage les différences importantes des taux du phosphore acidosoluble du chien dans le sérum et le plasma.

(²) *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 15, 1933, p. 1317.

(³) *Biochem. Zeit.*, 231, 1931, p. 135.

(⁴) *Journal Biol. Chem.*, 72, 1927, p. 565.

soude). Les expériences ont été effectuées sur le sérum récolté en trois reprises : avant, immédiatement après l'injection et une demi-heure plus tard. Voici, à titre d'exemple, le résultat de quelques déterminations :

Réserve alcaline.	pH.	Calcémie (mg ‰).	Phosphore (mg ‰). Acido-soluble.	Ortho-phosphates.	Ultrafiltrable dosé directement.	Ultrafiltrable (ortho-phosphates).
Acidose. — Injection d'acide lactique (chien n° 9) :						
39,30.....	7,33	0,101	35,5	21	20	20,8
10,96.....	6,78	0,105	70	34,3	35	34,4
17,36.....	6,98	0,110	40	25	26,5	25,5
Alcalose. — Injection de CO^3Na^2 (chien n° 14) :						
37,16.....	7,30	0,112	37,6	25	25	26
69,67.....	8,06	0,104	25,4	22,3	23	23
48,94.....	7,89	0,107	25,4	22	23	23,5

On voit que les variations de la réserve alcaline amènent des variations du phosphore acido-soluble et du phosphore minéral (orthophosphates).

D'une façon générale, les variations du phosphore minéral sont parallèles à celles du phosphore acido-soluble du sérum, et aux variations de la calcémie ; elles sont inverses aux changements de la réserve alcaline.

Dans les cas normaux, ainsi que dans l'acidose et l'alcalose, la totalité des orthophosphates est entièrement ultrafiltrable.

Dans l'acidose expérimentale, le taux du phosphore acido-soluble et des orthophosphates augmente, tandis que dans l'alcalose il diminue. On pourrait expliquer l'augmentation soit par une migration des dérivés phosphorés des globules dans le sérum comme dans les expériences *in vitro* de Lawaczeck et de Martland Hausmann Robinson, soit par une migration du phosphore tissulaire dans le sang, soit par une transformation de combinaisons organiques du phosphore total acido-soluble en phosphore minéral.

La diminution de ces formes de phosphore dans l'alcalose pourrait s'expliquer soit par une synthèse des composés organiques phosphorés, soit par une migration du phosphore sérique vers les tissus, ou par une élimination rénale. Il est possible que plusieurs de ces facteurs interviennent à la fois.

M. **Marcel Baudouin** adresse une Note intitulée *De la nécessité de la détermination de la densité dans l'examen des métaux préhistoriques.*

La séance est levée à 15h10m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 SEPTEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL MARCHAL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **Léon Fredericq**, Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, survenu à Liége le 2 septembre 1935.

NOMINATIONS.

M. **Georges Perrier** est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration d'une *plaque*, apposée sur la façade de la mairie à Renève (Côte-d'Or), rappelant les titres militaires et scientifiques du général L. Bassot.

CORRESPONDANCE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *La loi forte des grands nombres pour les variables enchaînées.* Note [1] de M. **Paul Lévy**.

Soit une suite de variables aléatoires enchaînées $u_1, \ldots, u_n, \ldots$, vérifiant les conditions

$$(\mathcal{C}) \qquad \mathcal{E}_{n-1}\{u_n\} = 0,$$

$$(\mathcal{C}') \qquad \begin{cases} M_n^2 = \sigma_1^2 + \ldots + \sigma_n^2 \leqq t - k^2\sigma_{n+1}^2 & (0 < k \leqq 1), \\ \text{entraîne} \qquad k\,|u_{n+1}| \leqq \varphi(t)\sqrt{t}, \end{cases}$$

$$(\mathcal{C}'') \qquad \mathcal{P}\left\{\sum_1^\infty \sigma_n^2 = \infty\right\} = 1;$$

---

[1] Séance du 26 août 1935.

$\mathcal{E}_{n-1}$ désigne une valeur probable calculée en fonction de $u_1, \ldots, u_{n-1}$, supposés connus; σ_n^2 désigne $\mathcal{E}_{n-1}\{u_n^2\}$; $\varphi(t)$ est une fonction donnée. En définissant n et k de manière que $M_n^2 + k^2\sigma_n^2 = t$, nous poserons

$$u_1 + \ldots + u_n + ku_{n+1} = S_n + ku_{n+1} = X(t) = x(t)\sqrt{t}.$$

J'ai démontré dans un travail récent ([1]) que : si y dépend de la loi de Gauss réduite, si z est une variable aléatoire indépendante à la fois de x et y, K une constante dépendant de la nature de la variable z (on peut supposer à la fois $\text{Max}\,|z| = 1$ et K fini), on a, quels que soient $\lambda > 0$ et ξ,

$$(1) \qquad |\mathfrak{T}\{x(t) + \lambda z < \xi\} - \mathfrak{T}\{y + \lambda z < \xi\}| \leqq \frac{K}{\lambda^3}\varphi(t).$$

De cette formule on peut déduire que

THÉORÈME. — *Si, la fonction $\varphi(t)$ étant monotone et telle que l'intégrale*

$$\int_1^\infty \frac{\varphi(t)}{t}\,dt$$

soit finie, les conditions ($\mathcal{C}$), ($\mathcal{C}'$) *et* ($\mathcal{C}''$) *sont vérifiées, la probabilité pour qu'il existe des valeurs de t arbitrairement grandes et telles que*

$$(2) \qquad x(t) > c\sqrt{2\log\log t}$$

est 0 *si* $c > 1$ *et* 1 *si* $c < 1$.

La démonstration repose sur le fait que, d'après (1) et l'hypothèse faite sur $\varphi(t)$, la série de terme général

$$\alpha_p = \mathfrak{T}\{x(t_p) \geqq c'\sqrt{2\log\log t_p}\} \qquad (t_p = q^p,\ q > 1)$$

est convergente si $c' > 1$ et divergente si $c' < 1$. Si alors $c > 1$, c' étant choisi entre 1 et c, et $q - 1$ assez petit, il existe presque sûrement un entier P tel que l'on ait, pour $p > P$ et t variant de t_p à t_{p+1},

$$|X(t_p)| < c'\sqrt{2t_p\log\log t_p},$$
$$\text{Max}\,|X(t) - X(t_p)| < (c - c')\sqrt{2t_p\log\log t_p} = 2\xi_p$$

[cette dernière inégalité résulte de ce que, si l'on pose

$$\alpha_p = \mathfrak{T}\{|X(t_{p+1}) - X(t_p)| \geqq \xi_p\},$$
$$\beta_p = \mathfrak{T}\{\text{Max}\,|X(t) - X(t_p| \geqq 2\xi_p\},$$

la convergence de $\Sigma\alpha_p$ entraîne celle de $\Sigma\beta_p$].

([1]) *Bull. Soc. Math.*, 2e série, 59, 1935, p. 84.

Si au contraire $c > 1$, il faut appliquer (1) à l'étude de $X(t_{p+1}) - X(t_p)$. Compte tenu de la limitation obtenue pour $|X(t_p)|$, et si l'on a pris q assez grand, la probabilité conditionnelle de (2), pour $t = t_{p+1}$ et t_p étant connu, est le terme d'une série presque sûrement divergente.

On obtient un résultat plus précis en prenant

$$\log t_p = p\sqrt{\log p}, \qquad \lambda^6 = \lambda_p^6 = \frac{\varepsilon}{\log p}.$$

Quelque petit que soit $\varepsilon > 0$, *il existe presque sûrement des valeurs arbitrairement grandes de* t *pour lesquelles*

$$x(t_p) > \sqrt{2\log\log t_p} - \varepsilon(\log\log t_p)^{-\frac{1}{6}}.$$

Corollaire. — *Si, au cours d'une suite d'expériences,* α_n *est la probabilité, évaluée en fonction des résultats des* $n-1$ *premières expériences, de la réalisation d'un événement* E *au cours de la* $n^{\text{ième}}$ *expérience, et si* n' *est le nombre des réalisations de* E *au cours des* n *premières expériences, il est presque sûr que* n' *et* $\alpha_1 + \ldots + \alpha_n$, *ou bien sont tous les deux finis, ou bien sont des infiniment grands équivalents.*

Ce résultat se déduit aisément du lemme I de mon Mémoire déjà cité et de la première partie du théorème ci-dessus. Il est à peu près équivalent à un résultat que j'ai dès 1929 [1] appliqué à l'étude des fractions continues. Si l'on n'a pas besoin de la précision plus grande que donne la loi du logarithme itéré, on peut obtenir de ce corollaire une démonstration plus simple, n'utilisant pas le rôle de la loi de Gauss, mais seulement l'inégalité de M. Kolmogoroff.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode spéciale d'intégration des systèmes complets d'équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre d'une fonction inconnue.* Note [2] de M. **G. Pfeiffer**, transmise par M. Henri Villat.

Prenons un système complet d'équations linéaires et homogènes

$$(1) \qquad X_i(z) \equiv p_i + b_1^i p_{m+1} + \ldots + b_n^i p_{m+n} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m)$$

---

(1) *Bull. Soc. Math.*, 57, 1929, p. 178.
(2) Séance du 2 septembre 1935.

et convenons de chercher son intégrale complète. Ajoutons aux connexités (1) l'égalité

$$(2)\qquad Y(z) \equiv p_{m+1} - v_2 p_{m+2} - \ldots - v_n p_{m+n} = 0,$$

$$(3)\qquad v_2, \quad v_3, \quad \ldots, \quad v_n$$

fonctions des variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_{m+n}$.

Apprêtons les fonctions (3) de telle manière que les équations

$$(4)\qquad \begin{aligned} Y_i(z) &\equiv p_i + (b_2^i + b_1^i v_2) p_{m+2} + \ldots + (b_n^i + b_1^i v_m) p_{m+n} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m), \\ Y(z) &\equiv p_{m+1} - v_2 p_{m+2} - \ldots - v_n p_{m+n} = 0, \end{aligned}$$

soient en involution. Les fonctions (3) doivent être la solution du système

$$(5)\qquad X_i(v_\rho) = - Y(b_\rho^i) - v_\rho Y(b_1^i) \qquad (i = 1, 2, \ldots, m;\ \rho = 2, 3, \ldots, n)$$

appartenant au type des systèmes jacobiens généralisés, étudiés par M. N. Saltykow (¹). Son intégration est équivalente à l'intégration du système jacobien d'équations linéaires, homogènes à une fonction inconnue

$$(6)\qquad Z_i(f) \equiv \frac{\partial f}{\partial x_i} + \sum_{g=1}^{n} b_g^i \frac{\partial f}{\partial x_{m+g}} - \sum_{\rho=2}^{n} \{ Y(b_\rho^i) + v_\rho Y(b_1^i) \} \frac{\partial f}{\partial v_\rho} = 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, m).$$

Si les intégrales indépendantes du système (6) sont

$$(7)\qquad f_2, \quad f_3, \quad \ldots, \quad f_{2n},$$

l'intégrale générale du système (5) est

$$(8)\qquad \Phi_k(f_2, f_3, \ldots, f_{2n}) = 0 \qquad (k = 2, 3, \ldots, n),$$

Φ_k fonctions arbitraires.

Puisque le nombre des intégrales du système (4), lorsque les fonctions (3) sont remplacées par la solution du système (5), est d'une unité moindre que le nombre des intégrales du système (1), on n'a pas besoin de chercher l'intégrale générale (8) du système (5), il suffit de prendre une solution particulière à une constante arbitraire; marquons-là par

$$(9)\qquad u_2, \quad u_3, \quad \ldots, \quad u_n.$$

Dans plusieurs cas de telles solutions se trouvent aisément.

(¹) N. Saltykow, *Journ. de Math.*, 5ᵉ série, 3, 1897, p. 423-428.

Ayant substitué dans le système (4) $v_j = u_j$, écrivons-le sous la forme

$$(10)\quad \begin{cases} X_i(z) \equiv p_i + b_1^i p_{m+1} + \ldots + b_n^i p_{m+n} = 0 & (i = 1, 2, \ldots, m), \\ Y_i(z) \equiv p_{m+1} - v_2 p_{m+2} - \ldots - v_n p_{m+n} = 0. \end{cases}$$

C'est un système de systèmes complets successifs [1]. La transformation infinitésimale

$$Z(z) = \frac{Y(z)}{Y(\varphi)}, \qquad Y(\varphi) \not\equiv 0,$$

φ, l'intégrale du système (1), est l'opérateur du système (1), contenant une constante arbitraire.

La méthode ci-dessus exposée peut être liée aux méthodes de Jacobi-Mayer et sa généralisation [2] aux méthodes d'intégration des systèmes d'équations non linéaires.

THÉORIE DES GROUPES. — *Sur la géométrie des groupes homographiques.* Note de M. **Arnaud Denjoy.**

Nous utilisons et reprenons les définitions et notations de notre Communication précédente.

Nous dirons que le groupe G formé de substitutions homographiques S est *spécial* s'il a deux points fondamentaux u et v distincts ou confondus. Une opération $\sigma S \sigma^{-1}$, σ étant homographique, change G spécial en un groupe où les S sont tous du type $x' = Kx$ (si $u \neq v$), ou tous du type $x' = x + h$ (si $u = v$).

I. G étant non spécial et l'ensemble $G(x)$ étant isolé pour un x non fondamental, soit E le dérivé parfait non dense de $G'(x)$. E est indépendant de x. Son complémentaire C(E) forme une, deux, une infinité de régions R_1, R_2, ... La transformée d'une région R par une substitution quelconque S_q de G est une région R_p.

Les S_q pour lesquels R_p est identique à R forment un sous-groupe de G, soit Γ(R). Γ(R) peut se réduire à la substitution identique. Si x est dans R, tous les transformés de x par les S de Γ(R) sont dans R. Nous dirons que le sous-groupe Γ(R) est *connexe* dans R. Les transformés de x par un S_q

(1) S. Pfeiffer, *Acta math.*, 13-61, 1933, p. 203-238.
(2) S. Pfeiffer, *Acta math.*, 13-61, 1933, p. 239-261.

étranger à $\Gamma(R)$ sont dans une région R_p distincte de R et

$$\Gamma(R_p) = S_q \Gamma(R) S_q^{-1}.$$

Exemple. — Les substitutions génératrices de G sont

$$x_1 = x + 2, \qquad x_2 = \frac{x}{2x+1}, \qquad \frac{1}{x_3 + i} = \frac{1}{x+i} + \frac{i}{\lambda} \qquad (0 < \lambda \text{ réel} < \lambda_0 < 1).$$

Il existe un minimum λ'_0 tel que l'une des régions R soit le demi-plan supérieur, $\Gamma(R)$ est le groupe H de la fonction modulaire. Les transformées de R par les substitutions S'_k étrangères à H forment une infinité de régions circulaires R' situées dans le demi-plan inférieur et invariantes par $S'_k H S'^{-1}_k$. Pour $\lambda = \lambda'_0$, le complémentaire de $E + R + \Sigma R'$ forme une infinité de régions R'' telles que $\Gamma(R'')$ se réduit à la substitution identique.

Signalons cette remarque : *Si* $\omega(x)$ *est un cercle dont la région* $\omega^+(x)$ *contient* x *et nul autre point de* $G(x)$, *la réduction de* $\omega(x)$ *au tiers, à partir de* x, *est une région circulaire* $\gamma^+(x)$ *contenant* x *et dont les transformées* $\gamma^+(x')$ *par les substitutions* $x' = S(x)$ *de* G *sont deux à deux disjointes.*

La réduction γ de ω au tiers à partir de x est ainsi définie : y étant l'image de x par rapport à $\omega(x)$, ω étant décrit par z et γ par z', on a

$$\frac{|z' - x|}{|z' - y|} = \frac{1}{3} \frac{|z - x|}{|z - y|}.$$

II. *Relations entre la densité en soi de* G *et la densité de* $G(x)$. — Les exemples

$$(D) \quad x_1 = x + h, \qquad x_2 = x + \lambda h \quad (\lambda \text{ irrationnel}), \qquad x_3 = x + ih \quad (u = v = \infty)$$
$$(E) \quad x_1 = e^{i\alpha} x, \qquad x_2 = kx \qquad |k| \neq 1, \ (u = \infty, \ v = 0)$$

montrent qu'*un groupe* G *spécial peut avoir un accumulatif sans qu'aucun* $G(x)$ *soit dense.*

On voit immédiatement que, *si* G *est spécial, et si pour un* x *non fondamental,* $G'(x)$ *contient un point non fondamental,* G *a un accumulatif.*

Supposons G *non spécial et doué d'un accumulatif :*

Distinguons les cas où les substitutions S de G sont : (α) l'une au moins purement loxodromique (multiplicateur complexe); (β) toutes elliptiques; (γ) toutes hyperboliques, sans (γ') ou avec (γ'') existence d'un cercle Γ contenant leurs points doubles [dans (γ''), les S paraboliques sont admises]; (δ) aucune loxodromique, mais certaines elliptiques, certaines

hyperboliques ou paraboliques et au moins une (δ') ou aucune (δ'') pseudo-hyperbolique (multiplicateur réel, négatif, inégal à -1).

Les cas (β) et (γ') sont réalisés moyennant que les substitutions génératrices s de G soient de l'espèce correspondante et aient leurs points doubles (a, b) conjugués par rapport à un même cercle fictif (ξ, iR) de rayon purement imaginaire : $(a-\xi)(\bar{b}-\bar{\xi}) = -R^2$. Pour ($\gamma''$), le rapport anharmonique (a, b, a', b') est négatif ou appartient à un ensemble parfait discontinu dépendant des multiplicateurs de s et de s' (de points doubles a', b').

Dans le cas (δ) les points doubles des S elliptiques sont conjugués par rapport à un cercle Γ, qui contient les autres points doubles. Cela posé, G(x) *est partout dense quel que soit x non fondamental, dans les cas* (α), (β), (γ');

G(x) *est partout dense quel que soit x étranger à* Γ *dans le cas* (δ');

G(x) *est partout dense dans la région de* Γ *contenant x dans les cas* (γ''), (δ'').

Quel que soit S appartenant à G, il existe dans G une suite S_n tendant vers S. La considération des $S^r S_n^k$ (r et k entiers quelconques) conduit à l'énoncé précédent.

Donc, *si* G(x) *est non dense pour quatre positions de x n'appartenant pas à un même cercle,* G *non spécial n'a pas d'accumulatif.*

III. Je n'ai pu déterminer si un groupe G sans accumulatif peut donner un ensemble G(x) dense.

Dans cette hypothèse, G(x) serait partout dense, pour tout x.

Si une suite (s_n) *de substitutions de* G *admet un point fondamental* μ *et si, pour une position de* y, $s_n(y)$ *tend vers* ν, *distinct des points doubles d'une infinité de* (s_n), G *a un accumulatif.*

Plus généralement soit (s_n) une substitution de G tendant vers la substitution fictive (Σ) de coefficients (A′, B′, C′, D′). Soient $\lambda = A'/C' = B'/D'$ et $\mu = -B'/A' = -D'/C'$ les deux points doubles de Σ, supposés distincts. Ils sont limites des deux points doubles λ_n, μ_n de (s_n) de multiplicateurs ρ_n^{-1} et ρ_n, celui-ci infiniment grand avec n (les inverses si λ ou μ sont infinis).

$s_n(\mu)$ *tend vers* λ, *moyennant que* $\rho_n(\mu_n - \mu)$ *soit infiniment grand avec* n (μ *fini*).

Il en est nécessairement ainsi quand G, *sans accumulatif, admet une substitution* S *dont* μ *est point double.*

On considère les substitutions $s_n S s_n^{-1}$ ou $s_n^{-1} S s_n$ qui ne doivent pas admettre d'acccumulatif. Il est commode de se ramener au cas $\mu = \infty$.

SPECTROSCOPIE. — *Spectre d'absorption de l'ammoniac gazeux, dissous et liquéfié dans l'ultraviolet.* Note de MM. **André Briot** et **Boris Vodar**, transmise par M. Ch. Fabry.

Une étude semblable a été faite sur les 3e, 4e, 5e harmoniques de la fréquence fondamentale dans l'infrarouge (1) et dans le visible (2). Les travaux déjà faits dans l'ultraviolet se rapportent au gaz chauffé ou à la température ambiante, sous des pressions inférieures à la normale (3).

Nos mesures de coefficients d'extinction ont été réalisées par la méthode de photométrie photographique décrite par M. Trehin (4). Le gaz a été purifié et désséché par une distillation très lente dans le vide; la solution était obtenue en distillant l'ammoniac liquide dans l'eau bidistillée.

Les mesures à basse température ont été faites avec une cuve déjà décrite (5); pour le gaz liquéfié l'étalonnage a été fait par rapport à l'eau, ce qui n'est pas une grande source d'erreurs dans la région du spectre utilisée; la température était maintenue à — 78° au moyen de la gazoline refroidie par la glace carbonique; à — 33°,5 grâce à l'ammoniac liquéfié lui-même; les températures intermédiaires étaient obtenues au cours d'un réchauffement lent de la cuve; elles étaient contrôlées par un couple thermoélectrique et par la pression du gaz.

Le liquide pur à la température ambiante sous environ 10^{atm} de pression était contenu dans une double cuve en silice fondue à parois épaisses et fenêtres planes soudées, qui permettait de réaliser deux épaisseurs différentes du liquide et d'étudier le gaz sous pression.

Résultats. — Le liquide sous 2^{cm} montre un spectre continu qui dépend de la température, l'absorption augmentant quand la température s'élève, la limite du spectre passe de 2320 Å à 3400 Å et à 2480 Å quand la température va de — 78° à — 33°,5 et à 26°.

Les bandes du gaz ne se déplacent pas sensiblement quand la température ou la pression varient, mais l'absorption produite par un même nombre

(1) G. Costeanu, R. Freymann et A. Naherniac, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 819, 822.

(2) G. Jung et H. Gude, *Z. physik. Chem.* (B), 6, 1932, p. 380.

(3) Dixon, *Phys. Rev.*, 42, 1933, p. 711.

(4) R. Trehin, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 774.

(5) R. Trehin et B. Vodar, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1663.

de molécules est beaucoup plus grande à des pressions élevées qu'à la pression normale; à 1^{atm} sous 200^{mm} la bande vers 2250 Å est très nette; à 10^{atm} sous 20^{mm} il faut poser une heure pour la déceler.

La solution, à des concentrations allant de $0^{mol},06$ à 16^{mol} par litre, a une absorption continue qui croît régulièrement avec la concentration et reste toujours inférieure à celle du liquide pur. Le gaz sous 10^{atm} contenant environ $0^{mol},5$ par litre est nettement plus absorbant que la solution de même concentration. Les résultats numériques de nos mesures paraîtront dans un autre Recueil.

Pour expliquer l'existence de plusieurs fréquences de vibrations voisines dans l'infrarouge, on a supposé que le gaz liquéfié était polymérisé (*loc. cit.*). Cette hypothèse permettrait peut-être de rendre compte de l'effet de température que nous signalons.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Spectres Raman de substances à deux noyaux benzéniques.* Note [1] de MM. **Pierre Donzelot** et **Maurice Chaix**, transmise par M. Robert Lespieau.

Les auteurs ont étudié les spectres Raman du diphényle et de corps du type $C^6H^5-X-C^6H^5$, X représentant CH^2, O, S, Se, CHOH, Hg, le spectrographe utilisé ayant une dispersion de 18 angströms par millimètre au voisinage de la raie 4358. On a employé chaque fois les excitations par les raies 4047 et 4358 de l'arc au mercure; les résultats donnés sont des moyennes. Ceux des corps qui sont solides à la température ordinaire ont été étudiés à l'état fondu, le tube d'observation étant placé dans une petite étuve chauffée électriquement. A l'exception du diphénylmercure, qui a été filtré fondu sur filtre de quartz, les corps ont été introduits dans les tubes par distillation.

Diphényle. — Préparé par la méthode de Job et Reich [2]. On a obtenu les fréquences : 141 (f), 267 (ff), 316 (fff), 405 (f), 611 (f), 739 (f), 776 (ff), 834 (ff), 1001 (aF), 1029 (ff), 1156 (ff), 1187 (fff), 1281 (F), 1503 (f), 1589 (aF), 1609 (F), 3055 (m). Les raies 141 et 776 n'avaient pas été signalées.

Diphénylméthane. — Nous avons tenu à étudier ce corps, les résultats publiés étant contradictoires; en particulier, E. Crigler [3] signale des raies 971 et 1659 que nous

---

(1) Séance du 19 août 1935.

(2) Job et Reich, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1439.

(3) E. Crigler, *J. Am. Chem. Soc.*, 54, 1932, p. 4199.

n'avons pas trouvées, et qui semblaient d'ailleurs ne pas devoir être attendues. Nous avons préparé le diphénylméthane par action du chlorure de benzyle sur le benzène en présence de chlorure d'aluminium. Le produit a été purifié jusqu'à propriétés physiques constantes (point d'ébullition, point de fusion, densité, indice de réfraction). On a obtenu : 199 (f), 234 (f), 286 (fff), 457 (fff), 547 (ff), 599 (fff), 617 (f), 734 (f), 813 (f large), 840 (ff), 1001 (F), 1026 (m), 1155 (f large), 1184 (large), 1436 (fff), 1583 (f), 1601 (m), 2909 (m), 3054 (aF).

Oxyde de diphényle. — On a obtenu : 219 (fff), 248 (fff), 307 (fff), 565 (fff), 615 (ff large), 747 (f large), 795 (fff), 799 (fff), 863 (fff), 1000 (FF), 1019 (f), 1158 (m large), 1195 (m large), 1453 (fff), 1538 (fff), 1593 (aF), 3062 (aF). Les raies 248, 799, 863, 1453 et 1538 n'avaient pas été signalées.

Sulfure de diphényle. — Ce corps a été préparé en réduisant la diphénylsulfinone par le zinc en milieu ammoniaco-alcoolique. On a obtenu : 187 (f), 216 (f), 270 (ff), 410 (fff), 516 (fff), 614 (m), 692 (m large), 999 (F), 1023 (m), 1081 (ff), 1092 (aF large), 1155 (f), 1180 (ff), 1327 (fff), 1440 (fff), 1475 (fff), 1580 (F), 3057 (aF).

Séléniure de diphényle. — Ce corps a été d'abord préparé par la méthode de Krafft [1], mais dans ces conditions le produit obtenu est toujours coloré en jaune; or on peut arriver à un liquide incolore en réduisant la diphénylséténinone, suivant le mode opératoire utilisé pour le diphénylsulfure. Il donne les raies : 175 (m large), 201 (m large), 249 (f large), 318 (aF très large), 612 (m), 668 (m), 999 (FF), 1021 (aF), 1067 (fff), 1078 (aF), 1157 (m), 1180 (f), 1325 (fff), 1577 (F), 3054 (F), 3155 (ff) et 3207 (ff).

Diphénylmercure. — Il a été obtenu en attaquant le bromobenzène par l'amalgame de sodium; le produit a été purifié par des cristallisations dans le benzène et l'alcool éthylique. Dans son spectre, nous avons eu un fond continu assez gênant, dû vraisemblablement au fait que le corps n'a pas été distillé, et peut-être aussi à une très légère décomposition. Les raies 158, 210, 651, 704, 998 (aF), 1024, 1574 (aF) et 3049 ont été observées.

Diphénylcarbinol. — Le spectre obtenu montre les raies 614, 1000, 1602 et 3059, assèz difficiles à distinguer du fait d'un fond continu et des bandes des alcools.

Le tellurure de diphényle s'est coloré trop rapidement sous l'action de la lumière pour que l'on puisse obtenir un spectre.

On retrouve dans ces spectres les raies benzéniques sans déplacements très notables. Il semble que l'on puisse penser que les premières raies des spectres de $(C^6H^5)^2O$, $(C^6H^5)^2S$, $(C^6H^5)^2Se$, à savoir : 219, 248 et 307; 187, 216 et 270; 175, 201 et 249, soient attribuables aux éléments lourds. Ce point de vue est étayé par le fait qu'elles paraissent se déplacer ensemble quand on va de l'élément le plus léger à l'élément le plus lourd; d'ailleurs, dans le cas du soufre, les raies 183 et 216 ont été signalées dans le spectre

(1) Krafft, *Ber. d. chem. Ges.*, **26**, 1893, p. 2819; Courtot et Motamedi, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 539.

de l'élément cristallisé, ou dissous dans le sulfure de carbone. En outre, dans le séléniure, on trouve une raie assez intense, large, à 318, qui n'a pas d'analogue dans les autres spectres.

CYTOLOGIE GÉNÉRALE. — *Existence d'une cyclose chromatique chez les Péridiniens.* Note (1) de Mlle **Berthe Biecheler**, présentée par M. F. Mesnil.

En étudiant sur le vivant la division nucléaire de certains Péridiniens libres, j'ai été témoin d'un phénomène aussi net qu'inattendu : un mouvement de cyclose de la masse chromatique (qui, on le sait, est toujours importante chez ces organismes et constituée par un grand nombre de chromosomes) à l'intérieur de sa loge. Ce mouvement, mesurable tout comme les mouvements de cyclose cytoplasmique observés chez nombre de végétaux et d'organismes inférieurs, est d'une vitesse d'environ 2μ à la seconde, dans les cas où il est le plus rapide.

Les premières observations ont été faites sur *Peridinium balticum* (Levander) au cours de l'été 1934. Dans une population de ces Péridiniens, on trouve, assez rarement le matin ou au début de l'après-midi, plus souvent vers le soir, au moment où la division est la plus fréquente, des individus qui présentent un noyau particulièrement volumineux, de structure bien visible *in vivo*. Toute la masse nucléaire de ces noyaux est entraînée dans un courant continu comparable à celui de la cyclose protoplasmique des Infusoires. Rien de tel ne se voit dans les formes présentant un noyau de taille normale. Le parcours des particules est tantôt en cercle, tantôt en huit. La masse chromatique de ces gros noyaux est fragmentée en chromosomes beaucoup plus nombreux et plus fins que celle des noyaux normaux. La cyclose s'observe aussi bien chez des individus ne présentant plus de flagelles que chez des formes mobiles ayant deux flagelles postérieurs, signe de prédivision. Elle a été vue, au cours des étés 1934-1935, un grand nombre de fois et toujours avec les mêmes caractères : noyau plus gros que le noyau normal, masse chromatique fragmentée.

Il était intéressant de savoir si le cas de *P. balticum* était isolé ou si d'autres Dinoflagellés montraient la même particularité. Dans la bibliographie je n'ai pu trouver qu'une mention, d'ailleurs trop brève, de ce phéno-

(1) Séance du 19 août 1935.

mène, due à Pouchet et concernant *Ceratium fusus* (1). Mais j'ai pu observer la cyclose sur deux autres Péridiniens : *Gyrodinium fissum* (Levander) et *Peridinium sociale* (Henneguy).

La cyclose a été vue nettement chez deux individus de *Gyrodinium fissum* dont l'un présentait deux flagelles longitudinaux. Dans les deux cas, la substance du noyau tournait autour d'un de ses axes, entraînant péniblement un gros nucléole. Les chromosomes n'étaient pas, dans le cas particulier, tronçonnés, mais minces, clivés (ou couplés). L'un des individus a montré, après une heure environ de séjour entre lame et lamelle, en chambre humide, le début manifeste d'un étranglement du noyau, les chromosomes étant restés filamenteux. L'individu a malheureusement quitté le point repéré du champ.

Mes observations sur *P. sociale* m'ont permis d'établir avec plus de certitude encore une relation entre la division et la cyclose, grâce au fait qu'au moment de la division le noyau émigre toujours, et à ce moment seulement, de l'hypocône dans l'épicône. C'est au cours de cette migration et bien après qu'elle est terminée, le noyau siégeant dans l'épicône, que la cyclose chromatique a lieu. Elle peut être observée durant plusieurs heures dans le même individu placé entre lame et lamelle. La vitesse de cyclose n'est pas constante, elle est affectée de ralentissements brusques et brefs. La masse chromatique est formée ici d'innombrables bâtonnets de longueur inégale dont certains très courts. Ils ne sont pas rangés en files. Dans plusieurs cas il m'a semblé que ces éléments, du fait du mouvement, ne se déplaçaient pas solidairement. Ils donnaient l'impression d'être soumis à un brassage. Si ceci pouvait être vérifié, ce serait d'une grande importance théorique. Chez *P. sociale*, la prédivision et la division n'affectent que des individus immobiles, et c'est chez ceux-là seulement que s'observe la cyclose.

J'ai mis toute mon attention à reconnaître les causes de ce mouvement et j'ai recherché notamment l'existence, à la périphérie de la masse nucléaire, des flagelles internes; je puis affirmer qu'il n'en existe point. Force m'est de conclure qu'il s'agit là d'une mise en jeu de forces physiques résultant sans doute d'échanges caryo-plasmatiques. Il faut éliminer aussi l'hypo-

(1) Ch.-H.-G. Pouchet, *Contribution à l'histoire des Cilio-Flagellés* (*Journ. Anat. et Phys.*, 19, 1883, p. 399-455, pl. 19-22. Note infrapaginale, p. 421) : « En examinant un de ces noyaux..., nous vîmes que les granules ou les globules de ce noyau se déplaçaient, comme animés d'un mouvement de révolution. Celui-ci était très net. Malheureusement nous ne pûmes dans ce moment appeler personne à en contrôler l'exactitude. Il se faisait dans le sens du mouvement direct, l'animal étant observé par la face dorsale ».

thèse suivant laquelle la cyclose chromatique serait liée à la migration du noyau telle qu'on la constate chez *P. sociale*, puisque chez les deux autres espèces cette migration n'existe à aucun degré. Ce qui par contre me paraît certain, d'après les observations relatées ci-dessus, c'est que la cyclose chromatique est en relation avec la division du noyau.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Dégagement d'ammoniaque par le cerveau suivant l'état d'excitation naturelle.* Note de M. **Joseph Kahn** et Mme **Lubov Chekoun**, transmise par M. Louis Lapicque.

Si l'on place un *Carassius* dans des conditions d'anaérobiose partielle (en ajoutant une certaine quantité d'eau bouillie à l'eau de l'aquarium) et si l'on provoque de cette façon une accélération dyspnéique des mouvements respiratoires, son cerveau, isolé à l'état de respiration accélérée, absorbera pendant 1 heure et demie à 2 heures une quantité d'oxygène supérieure à celle absorbée par un cerveau de contrôle (pris d'un animal placé dans de l'eau bien aérée).

Nous avons comparé l'intensité avec laquelle l'ammoniaque se dégage d'un cerveau isolé à différentes fréquences des mouvements respiratoires. Les poissons, à peu près de même taille, étaient placés dans les conditions données, pour 1 heure et demie à 2 heures; ensuite ils étaient rapidement décapités, le cerveau était extirpé avec soin et placé au-dessus d'une faible solution (N/100 — N/250) d'acide sulfurique dans un vase spécial hermétiquement fermé. Une heure après on retirait le cerveau du verre, on le pesait et la quantité d'ammoniaque absorbée par l'acide était déterminée tantôt par titration de l'excès du réactif, tantôt par titration colorimétrique.

Dans une première série d'expériences à la température de 15-16°, le nombre de mouvements respiratoires étant, dans le cas normal, d'environ 30 par minute, dans la dyspnée, d'environ 75, la quantité moyenne du dégagement de l'ammoniaque (par titration de l'excès) était de $1^{mg},14$ pour 100 par heure (9 déterminations); à l'état de dyspnée, la température étant la même, la quantité moyenne d'ammoniaque était de $1^{mg},63$ pour 100 (12 déterminations). En moyenne, le second chiffre dépasse le premier de 43 pour 100.

Lorsque la température de l'eau montait jusqu'à 19-20°,5, la quantité d'ammoniaque dégagée par le cerveau survivant augmentait. La valeur moyenne normale était de $1^{mg},68$ (7 déterminations); ainsi $Q_{10} = 3,7$.

Après la dyspnée, à cette température, la quantité d'ammoniaque

dégagée atteignait une valeur moyenne de 2^{mg},51 pour 100 par heure (3 déterminations). Dans ce cas, le second chiffre dépasse le premier de 49 pour 100.

Les déterminations effectuées d'après la méthode de titration colorimétrique ont montré des valeurs absolues inférieures. Dans les limites de températures de 13°,5 à 16°,5, la valeur moyenne normale était de 0^{mg},71 pour 100 par heure (15 déterminations). Pour les cerveaux de poissons placés dans un milieu mal aéré, aux mêmes températures, elle était de 1^{mg},09 pour 100 par heure (18 déterminations). Le second chiffre dépasse le premier de 53 pour 100.

Ainsi le cerveau isolé d'un *Carassius*, placé d'abord dans un milieu pauvre en oxygène, et qui, par conséquent, respirait à un rythme accéléré de deux fois et demi, montre un dégagement d'ammoniaque qui surpasse d'environ 50 pour 100 la quantité dégagée par le cerveau d'un poisson pareil isolé à l'état de respiration normale. Une étude ultérieure permettra d'établir dans quelle mesure cette différence reflète les variations réelles des valeurs de l'ammoniaque dégagé et dans quelle mesure elle est déterminée par les altérations possibles de l'ammoniaque dans la substance du cerveau (qui peuvent s'opérer sous l'influence de l'anaérobiose partielle).

Dans une deuxième série d'expériences, nous avons déterminé la quantité d'ammoniaque dégagée par le cerveau isolé d'un *Carassius*, placé auparavant pour 1 heure et demie à 2 heures dans de l'eau courante, à une température de 3-4°. La fréquence moyenne était de 17 respirations par minute. Les déterminations chimiques étaient effectuées à 20-20°,5. Leurs résultats ont démontré que, en maintenant au préalable les poissons à une température froide, on obtient une diminution considérable de l'ammoniaque dégagé par un cerveau survivant. Sur 13 déterminations, effectuées selon la méthode de titration de l'excès, la valeur moyenne était de 0^{mg},58 pour 100 par heure. Pratiquement, la même valeur moyenne, 0^{mg},56 pour 100 par heure, a été obtenue comme résultat de quatre déterminations au moyen de la titration colorimétrique, après avoir maintenu les poissons à une température de 5° (19 respirations par minute). Un abaissement de la température d'environ 10° provoque une diminution de 50 pour 100 de la fréquence respiratoire et une diminution presque pareille de la quantité d'ammoniaque dégagée par le cerveau.

La séance est levée à $15^h 10^m$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES D'AOUT 1935.

Decimo Congreso internacional de historia de la Medicina. Madrid, 23-29 septembre 1935; 1 vol. 22cm.

Pour une éducation nationale, par JEAN PÉLISSIER. Saint-Denis de la Réunion, Cazal, 1935; 1 vol. 24cm,5.

Second Greenwich Catalogue of Stars for 1925. *Fundamental Stars and Stars in the Zone* + 32°, OTO + 64°, O, *from Observations with The Transit Circle made at The Royal Observatory Greenwich*, 1922-1930;

— *Observations of Stellar Parallax.* Vol. II, under the Direction of Sir FRANK DYSON. London, Published by his Majesty's Stationery Office, 1934-1935; 2 vol. 30cm.

Service du nivellement général de la France. *Célébration du Cinquantenaire et inauguration de ses nouveaux bâtiments, le* 27 *juin* 1934, par JEAN VIGNAL. Paris, Imprimerie Sofcar; 1 vol. 27cm.

The Norwegian North Polar expedition 1893-1896. *Scientific Results*, Edited by FRIDTJOF NANSEN. Christiania, Jacob Dybwad; London, New-York, Bombay, Longmans, Green, and Co; Leipzig, F. A. Brockhaus, 1901 à 1905; 6 vol. 29cm,5.

A theoria das projecçoes mutuas, par ROD SILVARES. Rio, 1935; 1 vol. 18cm.

Critériums biologiques déduits de quelques expériences sur les cultures symbiotiques de certains microorganismes, par MARIO BATTAGLIA. In *Bollettino della Sezione Italiana della Società Internazionale di Microbiologia*, Fasc. 5, Maggio 1935. Milano, Industrie Grafiche Italiane Stucchi; 1 fasc. 24cm,5.

Fertilization in the incompatible cross Datura Stramonium × *D. Metel*, par SOPHIA SATINA et A. F. BLAKESLEE. In Bulletin of the Torrey. Botanical Club, Vol. LXII, n° 6, juin 1935; 1 fasc. 25cm.

Pollen-Tube Growth of a translocation of the 1.2 *chromosome in Datura*, par J. T. BUCHHOLZ, A. F. BLAKESLEE et A. G. AVERY. In *Proccedings of the National Academy of Sciences*, Vol. XXI, n° 4, avril 1935; 1 fasc. 25cm.

A Dinner Demonstration of Threshold differences in Taste and Smell, par ALBERT F. BLAKESLEE. In *Science*, mai 1935, vol. LXXXI, n° 2108; 1 fasc. 24cm.

Auguste Rateau, par E. JOUGUET. Extrait du *Journal de l'École Polytechnique*, 2e série, 34e Cahier, 1935. Paris, Gauthier-Villars, 1935; 1 fasc, 27cm.

Maurice Nicolle, par CHARLES NICOLLE.

Un après-midi de travail avec Maurice Nicolle, par ÉDOUARD POZERSKI. Tunis, Imprimerie J. Aloccio, 1935; 2 fasc. 20cm.

Les ressources minérales de la France d'Outre-Mer. — Fasc. III : *Le zinc, le*

plomb, l'argent, le cuivre, l'or, les minerais radioactifs, le mica; les pierres précieuses, substances diverses. (Extrait.) *Les pierres précieuses, semi-précieuses ou d'ornementation*, par ALFRED LACROIX.

— Fasc. IV : *Le phosphate.* (Extrait.) *Les gisements phosphatés de grottes et de filons remplis per-descendum. Les gisements superficiels des îles des mers équatoriales et tropicales*, par ALFRED LACROIX. Paris, Sociétés d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1935; 2 fasc. 24cm,5.

Jules Cornet, fondateur de la géologie du Congo (1865-1929), par ARMAND RENIER. Extrait du *Bulletin du Cercle zoologique congolais* (Revue de zoologie et de botanique africaines, vol. XXVII, fasc. I, 1935; 1 fasc. 28cm.

ERRATA.

(Séance du 2 septembre 1935.)

Note de Mme *Isabela Potop*, Recherches sur le phosphore acido-soluble, le phosphore minéral et le phosphore ultrafiltrable du sang :

Page 491, ligne 23, *au lieu de* entièrement infiltrable, *lire* entièrement ultrafiltrable.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 SEPTEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS BOUVIER.

CORRESPONDANCE.

CLIMATOLOGIE. — *Nouvelles données pour l'étude de la périodicité.* Note (1) de M. **JEAN LEGRAND**, présentée par M. Georges Perrier.

J'ai signalé (2) que diverses courbes de précipitations annuelles et aussi de cotes moyennes des grands fleuves avaient même allure générale que la courbe composite représentant les oscillations du niveau moyen annuel sur le littoral français dressée par MM. Lallemand et Prévot et soumise par eux à l'analyse harmonique.

J'ai reconstruit les courbes du niveau moyen à Brest B et Marseille M, en remontant aux sources (Service hydrographique de la Marine pour Brest et Nivellement général de la France pour Marseille).

Les courbes B et M ont leur individualité bien que l'allure générale soit la même. J'ai reproduit les courbes de pluies de Paris-Saint-Maur et Dakar (contrôlées par Saint-Louis) (3) et j'ai ajouté la courbe de l'île Maurice (4) ainsi que la courbe des pluies de Tananarive (5).

J'ai reporté également la courbe statistique des taches solaires (courbe W). L'examen de la planche ci-après ne fait pas apparaître une corrélation de la courbe W avec l'une quelconque des autres courbes. La

---

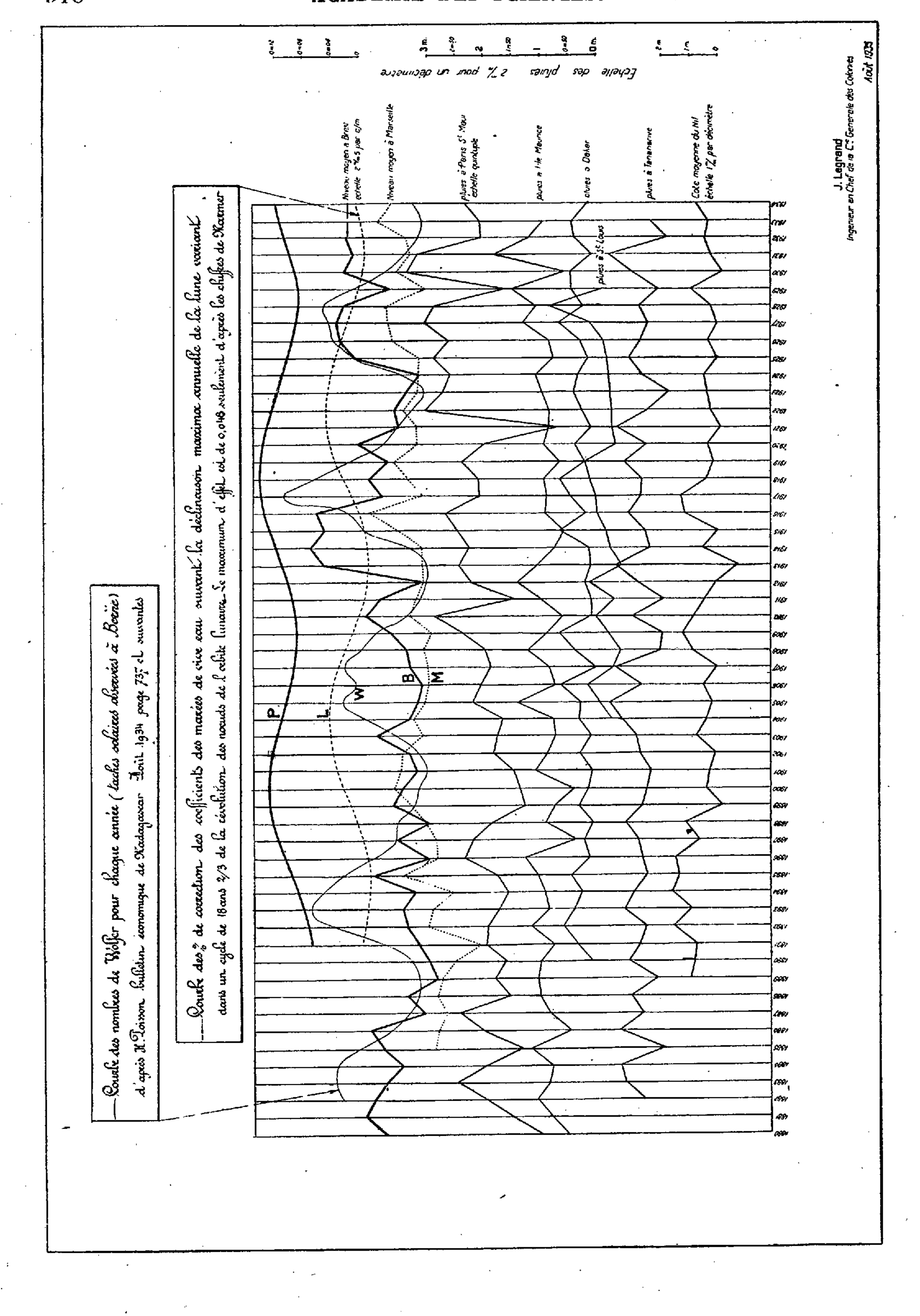
(1) Séance du 2 septembre 1935.

(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 573.

(3) Emprunté à R. ROUSSEAU, *La Météorologie*, nouvelle série, 11, 1935, p. 177.

(4) D'après les rapports annuels du *Royal Albert Observatory*, bibliothèque de l'O. N. M.

(5) *Bull. écon. Madagasc.*, nouvelle série, n° 93, août 1934, p. 737 à 747.


Courbe des nombres de Wolfer pour chaque année (taches solaires observées à Berne) d'après H. Poisson Bulletin économique de Madagascar Août 1934 page 737 et suivantes
Courbe des % de correction des coefficients des marées de vive eau suivant la déclinaison maxima annuelle de la Lune variant dans un cycle de 18 ans 2/3 de la révolution des noeuds de l'orbite lunaire. Le maximum d'effet est de 0,048 seulement d'après les chiffres de Marmer
P
L
W
B
M
Niveau moyen à Brest échelle 2‰5 par c/m
Niveau moyen à Marseille
pluies à Paris St Maur échelle quintuple
pluies à l'Ile Maurice
pluies à Dakar
pluies à St Louis
pluies à Tananarive
Cote moyenne du Nil échelle 1% par décimètre
Echelle des pluies 2% pour un décimètre
3m.
2
1
0m.
J. Legrand
Ingénieur en Chef de la Cie Générale des Colonies
Août 1935

courbe W ne suit que grossièrement la périodicité de 10 à 11 années. Si je considère les points d'inflexion, c'est-à-dire les changements de tendance, qui se placent en 1891, 1903, 1916, 1925, dans le sens ascendant, et en 1895, 1909, 1919, 1930 dans le sens descendant, j'obtiens des périodes de 12, 13, et 9 ans dans un sens, de 14, 10, et 11 ans dans l'autre cas.

Une onde de période fixe ne peut donc représenter les effets de l'activité solaire. Cette activité peut influencer indirectement les pluies et niveaux, par exemple lorsqu'un surcroît de glaces flottantes, ou un renforcement des courants marins froids et peu salés résulteraient de la dérive ou la fusion en réduisant le stock de glace polaire constitué plusieurs années auparavant. Cette hypothèse est conforme aux vues de Wiese (1). Elle conduit à déphaser la courbe W de trois ans par exemple, mais l'espoir d'améliorer ses corrélations se trouve déçu. Remarquant en outre l'opposition nette de phases entre les courbes des pluies de Dakar et de Tananarive, je conclus que la fréquence des taches ne peut être en rapports directs avec des pluviosités de régimes opposés, ou sautant d'un régime à un autre. Quant à l'onde de 18 ans 2/3, composante de la courbe B/M (courbe P), j'ai construit, d'après Marmer (2), la courbe L du facteur ramenant à une moyenne générale la moyenne annuelle des différences de cotes de deux basses mers d'un même jour, lesquelles dépendent de la variation de déclinaison lunaire liée à la révolution des nœuds de l'orbite lunaire. Le désaccord des phases de P et L est flagrant.

Pour les ondes de très longue période, si la tendance ascendante de 1880 à 1934 paraît indéniable à Marseille, Paris-Saint-Maur, Saint-Louis, on ne la retrouve pas ailleurs. Celle du Nil paraît même descendante. Je n'ai donc pas vérifié ainsi les résultats de l'analyse de M. Prévot.

La séance est levée à 15^{h}15^{m}.

A. Lx.

---

(1) *Annalen der Hydrograghie*, 48, 1922, p. 271. Voir également, pour le rôle de l'Antarctide, *Annalen der Hydrographie*, 56, 1929, p. 222 et aussi R. Samoïlavitch, *Revue scientifique*, 73, II, 26 janvier 1935, p. 45.

(2) *Tidal Datum Planes*, Sp. Publ. n° 135 de l'*U. S. Coast and Geodetic Survey*, p. 114.

ERRATA.

(Séance du 19 août 1935.)

Page 437, ligne 1, *au lieu de* M. ARCETRI, directeur de l'Observatoire de Florence, *lire* M. G. ABETTI, directeur de l'Observatoire Arcetri à Florence.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 SEPTEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. Louis BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Hantaro Nagaoka**, professeur de l'Université de Tokio, qui assiste à la séance.

Notice nécrologique sur M. Léon Fredericq, par M. **Charles Richet.**

Nous avons le regret d'apprendre la mort d'un des plus éminents physiologistes de notre époque, Léon Fredericq, professeur émérite à l'Université de Liége (1851-1935).

Ses premiers travaux datent de 1877, et, depuis cette lointaine époque, il n'a cessé d'apporter à la science qu'il professe avec éclat des faits nouveaux, importants, devenus rapidement classiques.

En physiologie comparée il a analysé un phénomène curieux qu'il a appelé l'*autotomie*, c'est-à-dire l'amputation naturelle que se font pour se libérer (quand leurs pattes sont retenues) les crabes et autres crustacés, les Ophiures aussi font l'amputation de leurs tentacules.

En chimie physiologique, il a étudié avec détail la matière colorante bleue du sang des crustacés et des céphalopodes. Il a montré que cette substance, qu'il a appelée *hémocyanine*, contient du cuivre dans sa molécule comme l'hémoglobine contient du fer.

Pour la physiologie des mammifères, ses travaux sur la respiration et la circulation sont de souveraine importance.

Il a d'abord montré comment la respiration modifie la pression artérielle. Il a déterminé une des causes de l'apnée produite, non pas comme on le croyait, par une suroxygénation du sang, mais par l'excitation des pneu-

mogastriques, car avec des gaz inertes insufflés dans le poumon on peut amener l'apnée.

Il a fait une belle expérience (circulation céphalique croisée) qui prouve le rôle du sang veineux dans l'automatisme du bulbe respiratoire.

Ses recherches sur la coagulation du sang et la régulation thermique sont classiques.

Il a fait de nombreux élèves, et les travaux de son laboratoire constituent un recueil d'excellents mémoires de physiologie (6 volumes de 1885 à 1891).

Il a été le directeur d'un des meilleurs journaux de physiologie : *Archives internationales de physiologie*, une des rares publications françaises de physiologie publiée hors de France (1900 à 1935).

Son œuvre est donc considérable.

Nous adressons à sa famille et en particulier à son fils Henri, qui continue dignement comme professeur de physiologie à Liége les traditions paternelles, l'hommage de notre admiration, non seulement pour le grand savant mais encore pour l'aimable et laborieux ami dont le nom restera dans les annales de notre belle science.

M. **Vito Volterra** fait hommage d'un Ouvrage qu'il vient de publier en collaboration avec M. Umberto d'Ancona : *Les Associations biologiques au point de vue mathématique*.

NOMINATIONS.

MM. **Maxime Laubeuf** et **Gaston Fayet** sont désignés pour représenter l'Académie au *Congrès international* que convoque, à Monaco, du 31 octobre au 2 novembre 1935, l'Académie méditerranéenne.

CORRESPONDANCE.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur les sommes de M. H. Weyl.*
Note (¹) de M. **I. Vinogradov**, transmise par M. Hadamard.

En appliquant la méthode générale développée en mes derniers travaux, j'ai trouvé des évaluations toutes nouvelles des sommes de M. H. Weyl.

(¹) Séance du 9 septembre 1935.

J'ai développé ces résultats dans un Mémoire (en russe) sous presse en ce moment.

Mais, plus tard, j'ai trouvé des évaluations encore plus précises. Je les donne dans le présent travail.

Soient n un entier constant $\geqq 20$; $\nu = 1/n$; Q et P entiers; c_0, c_1, ... des entiers positifs, qui ne dépendent que de n. En ce cas, les théorèmes qui suivent ont lieu :

Théorème 1. — *Soient* $a_0, \ldots, a_n$ *réels*

$$0 < P < c_0 P_1; \qquad f(x) = a_0 x^n + \ldots + a_n;$$

$$a_0 = \frac{a}{q} + \theta q^{-2+\nu^2}; \qquad (a, q) = 1; \qquad q > 0; \qquad |\theta| \leqq 1.$$

En ce cas, nous avons

$$\sum_{x=Q+1}^{Q+P} e^{2\pi i f(x)} < c_1 P_1 q^{-\rho},$$

où

$$\rho = \frac{\nu^6}{24(\log n + 1)^2}, \qquad \text{si } P_1 = q^{2\nu - 2\nu^2 + \nu^3},$$

$$\rho = \frac{\nu^7}{81(\log n + 1)^2}, \qquad \text{si } P_1 = q^{\frac{2}{2n-1}}.$$

Théorème 2. — *Soient*

$$A > c_1; \qquad P > c_2 A^{2\nu}$$

et supposons que la fonction réelle $f(x)$ satisfait, dans l'intervalle $Q \leqq x \leqq Q + P$, aux conditions suivantes :

$$\frac{c_3}{A} \leqq f^{(n)}(x) \leqq \frac{c_4}{A}; \qquad |f^{(n+1)}(x)| \leqq \frac{c_5}{A^2}.$$

En ce cas, nous avons

$$\sum_{x=Q+1}^{Q+P} e^{2\pi i f(x)} < c_6 P A^{-\rho}; \qquad \rho = \frac{\nu^6}{24(\log n + 1)^2}$$

Théorème 3. — *Soient* $0 \leqq \sigma \leqq 1$; $a_1, \ldots, a_r$ *des nombres réels*

$$f(x) = a_0 x^n + \ldots + a_n, \qquad P > c_1 q^{-\rho}, \qquad o = \frac{\nu^6}{25(\log n + 1)^2}.$$

En introduisant le symbole $\{z\}$ pour la partie fractionnaire du nombre z,

on peut donner au nombre T *des fractions*

$$\{f(x)\}; \qquad x = Q+1, \ldots, Q+H$$

satisfaisant à la condition

$$0 \leqq \{f(x)\} \leqq \sigma$$

la forme

$$T = \frac{\sigma}{2} P + \theta_1 c_8 P q^{-\rho}; \qquad |\theta^1| \leqq 1.$$

THÉORÈME 4. — *Si les conditions du théorème 2 sont remplies, les* σ, $\{z\}$, ρ *ayant la même signification que dans le théorème* 3, *nous donnons pour le nombre* T *des fractions*

$$\{f(x)\}; \qquad x = Q+1, \ldots, Q+P,$$

satisfaisant aux conditions

$$0 \leqq \{f(x)\} \leqq \sigma,$$

la forme

$$T = \frac{\sigma}{2} P + \theta_9 c_9 P A^{-\rho}; \quad |\theta_2| \leqq 1.$$

THÉORÈME 5. — *L'expression asymptotique, donnée par MM. Hardy et Littlewood pour le nombre des représentations d'un entier* N *sous la forme*

$$N = x_1^n + \ldots + n_r^n$$

a lieu pour tous les $r > 163(\log n + 1)^2$.

ÉQUATIONS INTÉGRALES. — *Sur l'intoxication d'un milieu par les produits cataboliques d'une population.* Note [1] de M. **Vladimir Kostitzin**, transmise par M. Vito Volterra.

1. Dans un Ouvrage récent [2] M. V. Volterra réduit le problème de l'intoxication d'un milieu par les produits cataboliques d'une population à l'équation intégro-différentielle

$$(1) \qquad \frac{dN(t)}{dt} = N(t)\left[\varepsilon - hN(t) - \int_0^t N(\tau) f(t-\tau)\, d\tau\right],$$

---

[1] Séance du 9 septembre 1935.

[2] V. Volterra et U. d'Ancona, *Les Associations biologiques au point de vue mathématique*, Paris, 1935.

où N désigne le nombre d'individus, ε le coefficient brut d'accroissement de la population, $hN(t)$, le terme correctif de la concurrence intérieure, et le terme intégral représente l'effet de l'accumulation des produits cataboliques. M. V. Volterra donne une solution approchée de l'équation

$$\frac{dN(t)}{dt} = N(t)\left[\varepsilon - hN(t) - c\int_0^t N(\tau)\,d\tau\right] \tag{2}$$

correspondant au cas de $f(t-\tau)$ constant. Dans cette Note je veux indiquer la solution exacte de l'équation (2). Posons

$$n(t) = \int_0^t N(\tau)\,d\tau. \tag{3}$$

L'équation (2) devient

$$n'' = \varepsilon n' - hn'^2 - cnn' \tag{4}$$

ou bien

$$\frac{d}{dt}[e^{hn}n'] = \frac{d}{dt}\left[e^{hn}\left(\frac{\varepsilon}{h} + \frac{c}{h^2} - \frac{c}{h}n\right)\right].$$

Il en résulte immédiatement

$$N_0 - \frac{\varepsilon}{h} - \frac{c}{h^2} = e^{hn}\left[n' + \frac{c}{h}n - \frac{\varepsilon}{h} - \frac{c}{h^2}\right]. \tag{5}$$

On en tire ensuite

$$n' = \left(N_0 - \frac{\varepsilon}{h} - \frac{c}{h^2}\right)e^{-hn} + \frac{\varepsilon}{h} + \frac{c}{h^2} - \frac{c}{h}n, \tag{6}$$

$$t = h^2\int_0^n \frac{ds}{(N_0h^2 - \varepsilon h - c)e^{-hs} + \varepsilon h + c - chs}. \tag{7}$$

L'inversion de cette intégrale donne

$$n = \Phi(t), \qquad N = \frac{dn}{dt} = \Phi'(t). \tag{8}$$

2. La partie droite de l'expression (6) doit être positive. Or, elle s'annule pour une certaine valeur finie de n que nous appellerons n_∞. Cette valeur est atteinte pour $t = \infty$, ce qui signifie que N tend vers o pour $t \to \infty$. D'autre part, en supposant $N_0 < \varepsilon/h$, on trouve que N croît pour des valeurs suffisamment petites de t. Il existe donc une valeur maximale de N que nous appellerons N_m et qui est atteinte au moment t_m. On peut montrer sans

peine que

$$N_m = \frac{1}{h}\left(\varepsilon - \frac{c}{h}\log\frac{c+\varepsilon h - N_0 h^2}{c}\right), \tag{9}$$

$$n_m = \frac{1}{h}\log\frac{c+\varepsilon h - N_0 h^2}{c}. \tag{10}$$

En remplaçant n par cette valeur dans l'équation (7) on obtient t_m. De cette façon le problème se trouve entièrement résolu et l'allure de la fonction $N(t)$ est suffisamment indiquée.

HYDRAULIQUE. — *Remarques sur les perturbations entretenues en résonance à l'extrémité aval d'une conduite forcée.* Note [1] de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Henri Villat.

Les travaux de M. Camichel [2] sur les phénomènes de résonance dans les conduites forcées ont montré, en même temps que leur importance et leur ampleur, leur tendance à apparaître facilement par l'auto-entretien de certaines perturbations (clapet automatique, moteur hydraulique synchrone, etc.).

Dans cette Note nous supposons qu'à l'extrémité aval d'une conduite à caractéristique unique, un appareil sur la nature duquel nous ne ferons aucune hypothèse produit une perturbation rythmique et connue, de période égale à celle de la conduite; nous allons montrer que, dans ces conditions, cette perturbation à l'extrémité aval ne comporte que des harmoniques impairs de la pression et des harmoniques pairs de la vitesse; nous chercherons ensuite l'expression de la pression et de la vitesse en un point quelconque de la conduite.

Soient Y la pression et V la vitesse instantanées à l'extrémité aval, représentées par deux séries de Fourier quelconques, mais connues par hypothèse :

$$Y = Y_0 + \sum Y_n \sin\left(n\frac{2\pi t}{T} - \varphi_n\right)$$

et

$$V = V_0 + \sum V_n \sin\left(n\frac{2\pi t}{T} - \psi_n\right) \qquad \text{avec} \quad T = \frac{4L}{a},$$

(1) Séance du 2 septembre 1935.

(2) *La Lumière électrique*, 34, 1916, p. 241 et 265; 35, 1916, p. 1.

dans lesquelles Y_0, V_0 correspondent aux conditions initiales; Y_n, V_n représentent une harmonique quelconque, T désignant la période de la conduite, L sa longueur et a la vitesse de propagation des ondes.

Y_k et V_k représentant la valeur de Y et V à un instant quelconque t_k, et Y_{k-1} et V_{k-1} représentant les valeurs de ces mêmes quantités à l'instant t_{k-1} antérieur de T/2 à t_k, les équations d'Alliévi permettent d'écrire l'identité

$$Y_k - Y_0 \equiv -(Y_{k-1} - Y_0) + \frac{a}{g}(V_{k-1} - V_k),$$

ou, compte tenu des valeurs ci-dessus de Y et V, après des transformations simples,

$$0 \equiv \sum Y_n \cos\frac{n\pi}{2}\sin\left(n\frac{2\pi t}{T} - \varphi_n - n\frac{\pi}{2}\right) + \frac{aV_n}{g}\sin n\frac{\pi}{2}\cos\left(n\frac{2\pi t}{T} - \psi_n - n\frac{\pi}{2}\right),$$

ce qui impose les conditions simultanées

$$Y_n\cos\frac{n\pi}{2} = 0 \qquad \text{et} \qquad \frac{aV_n}{g}\sin\frac{n\pi}{2} = 0,$$

soient $V_n = 0$ pour n impair et $Y_n = 0$ pour n pair.

La pression à l'extrémité aval ne comporte donc nécessairement que des harmoniques impairs, la vitesse au même point n'admet que des harmoniques pairs, et l'on doit donc écrire

$$\begin{aligned} Y &= Y_0 + Y_1\sin\left(\frac{2\pi t}{T} - \varphi_1\right) + Y_3\sin\left(3\frac{2\pi t}{T} - \varphi_3\right) + \ldots \\ &= Y_0 + F(t) - F\left(t - \frac{T}{2}\right), \\ V &= V_0 + V_2\sin\left(2\frac{2\pi t}{T} - \psi_2\right) + V_4\sin\left(4\frac{2\pi t}{T} - \psi_4\right) + \ldots \\ &= V_0 - \frac{g}{a}\left[F(t) + F\left(t - \frac{T}{2}\right)\right], \end{aligned}$$

d'après les équations d'Alliévi valables à l'extrémité aval de la conduite. On en déduit immédiatement l'expression de $F(t)$

$$\begin{aligned} 2F(t) \equiv {} & Y_1\sin\left(\frac{2\pi t}{T} - \varphi_1\right) - \frac{aV_2}{g}\sin\left(2\frac{2\pi t}{T} - \psi_2\right) \\ & + Y_3\sin\left(3\frac{2\pi t}{T} - \varphi_3\right) - \frac{aV_4}{g}\sin\left(4\frac{2\pi t}{T} - \psi_4\right) + \ldots. \end{aligned}$$

Dès lors pour avoir l'expression de la surpression ξ et de la vitesse v en

un point quelconque, d'abscisse x, comptée à partir de l'extrémité aval, il suffit de porter cette valeur de $F(t)$ dans les formules d'Alliévi

$$\xi = F\left(t - \frac{x}{a}\right) - F\left(t - \frac{2L - x}{a}\right),$$
$$v = V_0 - \frac{g}{a}\left[F\left(t - \frac{x}{a}\right) + F\left(t - \frac{2L - x}{a}\right)\right].$$

On obtient, après des transformations simples, les formules générales suivantes :

$$\xi = Y_1 \cos\frac{\pi x}{2L}\sin\left(\frac{2\pi t}{T} - \varphi_1\right) + \frac{aV_2}{g}\sin 2\frac{\pi x}{2L}\cos\left(2\frac{2\pi t}{T} - \psi_2\right)$$
$$+ Y_3 \cos 3\frac{\pi x}{2L}\sin\left(3\frac{2\pi t}{T} - \varphi_3\right) + \frac{aV_4}{g}\sin 4\frac{\pi x}{2L}\cos\left(4\frac{2\pi t}{T} - \psi_4\right) + \ldots,$$
$$v = V_0 + \frac{gY_1}{a}\sin\frac{\pi x}{2L}\cos\left(\frac{2\pi t}{T} - \varphi_1\right) + V_2\cos 2\frac{\pi x}{2L}\sin\left(2\frac{2\pi t}{T} - \psi_2\right)$$
$$+ \frac{gY_3}{a}\sin 3\frac{\pi x}{2L}\cos\left(3\frac{2\pi t}{T} - \varphi_3\right) + V_4\cos 4\frac{\pi x}{2L}\sin\left(4\frac{2\pi t}{T} - \psi_4\right) + \ldots.$$

Ces expressions renferment, en particulier, les formules établies par M. Camichel pour la répartition sinusoïdale, suivant une méthode dont s'inspirent les calculs ci-dessus.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Mesure des flux dans les bobines à noyau de fer et réalisation d'un henrymètre à lecture directe pour une self-induction quelconque.* Note [1] de MM. **Maurice Robert** et **Jules Foglia**, présentée par M. Paul Janet.

Lorsqu'une self-induction comporte un noyau de fer (la perméabilité variant avec l'état de saturation du noyau), la valeur du coefficient de self-induction L est fonction de l'intensité I, qui traverse la bobine et devra être déterminée pour chaque valeur de I. Nous prendrons comme définition de L, dans le cas du courant alternatif, le rapport Φ_m/I_m du flux maximum au courant maximum.

Dans l'égalité générale

$$u = Ri + \frac{d\Phi}{dt}, \tag{1}$$

(1) Séance du 16 juillet 1935.

supposons d'abord R négligeable, il reste

$$u = \frac{d\Phi}{dt}. \tag{2}$$

En intégrant pendant une demi-période nous trouvons

$$U_{moy} = \frac{4\Phi_m}{T}, \qquad \Phi_m = \frac{U_{moy}}{4f},$$

f étant la fréquence.

La mesure du flux maximum revient à celle de U_{moy}. Ce procédé peut avoir de l'intérêt pour la détermination de l'induction dans une bobine à noyau de fer (méthode d'Epstein) dans le cas d'une tension non sinusoïdale.

Il permet également de mesurer L pour une valeur de I_m.

I_m sera déterminé à l'aide d'un ampèremètre de crête construit selon le principe du voltmètre de crête décrit par l'un de nous [1]. Le voltmètre de tension moyenne pourra être soit un appareil décrit dans la même note, soit un appareil à lampe. Un voltmètre oxymétal peut être également employé. Dans ces appareils le couple est proportionnel à la valeur moyenne de la tension : ils sont gradués en valeurs efficaces dans l'hypothèse d'une tension sinusoïdale. Ils peuvent donc servir à la mesure de la tension moyenne à condition de multiplier leurs indications par le facteur $\pi/2\sqrt{2}$ et cela quelle que soit la forme de la tension.

Dans le cas où la résistance de la self-induction n'est plus négligeable, l'égalité (1) s'écrira

$$u - Ri = \frac{d\Phi}{dt}.$$

On reviendra au cas précédent en retranchant de la tension aux bornes de la bobine une différence de potentiel *égale à chaque instant à* Ri, à l'aide du dispositif représenté sur la figure.

La self-induction est placée en série avec le rhéostat de réglage Rh et une résistance fixe r, aux bornes de laquelle est monté un transformateur élévateur T à faible consommation.

Le rapport de transformation de T et la résistance r étant convenablement choisis, la tension aux bornes du secondaire sera à chaque instant

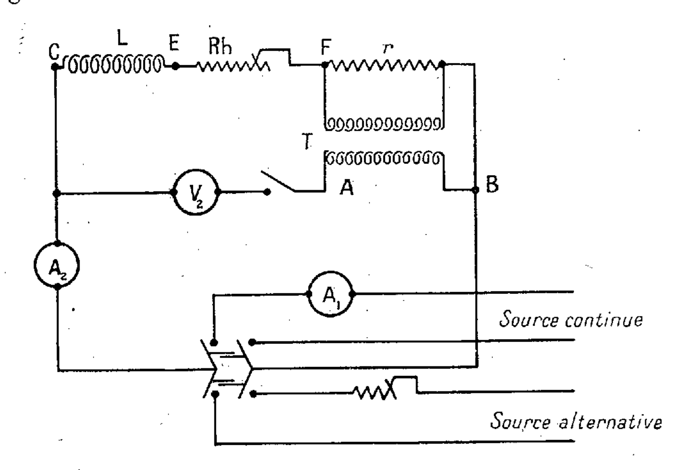
(1) *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1539.

égale à la chute de tension ohmique dans l'ensemble du circuit C. E. F. B.

La différence de potentiel moyenne entre les bornes A et C sera donc égale à

$$\frac{4\Phi m}{T}.$$

Pour mesurer une self-induction, il suffira de la connecter aux bornes C et E, de régler le rhéostat Rh de façon à ramener la résistance totale du



circuit C. E. F. B. à la valeur pour laquelle r et T ont été déterminés. On pourra s'en assurer par une mesure de résistance en courant continu, ou par simple examen de l'ampèremètre A_1.

On fera alors passer un courant alternatif dont la valeur de crête, mesurée par l'ampèremètre A_2 aura la valeur désirée. $U_{moy.}$ étant la tension indiquée par le voltmètre V_2

$$L = \frac{U_{moy.}}{4 f I_m}.$$

Le dispositif pourra même être à lecture directe :

a. dans le cas de self à air en ramenant toujours A_2 à la même valeur et le voltmètre V_2 étant gradué directement en henrys;

b. dans le cas général d'une self quelconque (air ou fer). Les deux appareils A_2 et V_2 seront réunis en un seul, pourvu de deux aiguilles, le croisement des deux donnant la valeur de la self-induction cherchée pour chaque valeur de l'intensité.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'oxydabilité du nickel.*
Note [1] de M. **Gabriel Valensi**, présentée par M. Georges Urbain.

I. La cinétique de l'oxydation du nickel donne lieu à certaines divergences entre les mesures de Pilling et Bedworth [2] et celles d'Utida et de Saito [3].

a. A surface et température constantes, la proportionnalité du temps au carré de l'absorption, admise par les premiers auteurs, n'est pas vérifiée par les seconds.

b. Pas plus que l'équation d'Arrhenius, dont Dunn [4] suggère la validité, et qui, vers 800°, s'écarte un peu, d'ailleurs, de la formule d'interpolation qui satisfait Pilling et Bedworth.

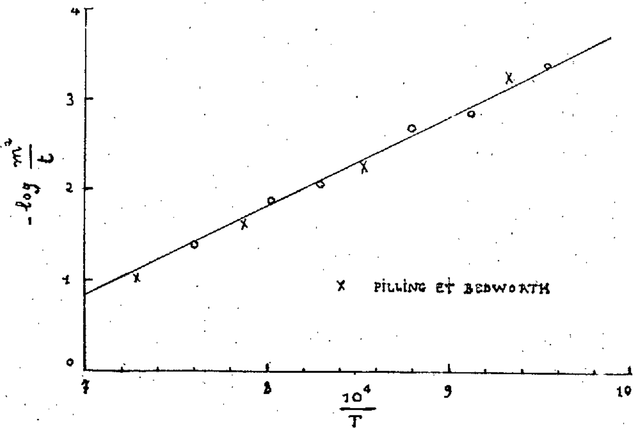


Fig. 1. — Oxydation de lames de nickel de $0^{mm},1$ d'épaisseur.

J'ai donc repris cette étude, en joignant les examens micrographique et roentgenographique à des techniques précédemment décrites [5].

II. Le *seuil* d'altération du nickel pur dans l'oxygène se situe vers 550°. Il dépend peu de la surface initiale (lames, fils ou poudres), mais s'abaisse en présence de vapeur d'eau ou d'éléments étrangers (425° pour un nickel à 98,7 pour 100). Il remonte, par contre, à 680°, si l'on ne chauffe préalablement dans le vide : l'hydrogène ainsi dégagé réduit vraisemblablement la pellicule passive.

Au-dessus de 950°, le métal divisé (fil de $0^{mm},05$ de diamètre ou poudre fine) se

---

(1) Séance du 16 septembre 1935.

(2) *Journ. of Inst. Met.*, 29, 1923, p. 529.

(3) *Sc. Rep. of Tohoku Imp. Un.*, (1), 13, 1925, p. 391.

(4) *Proc. Roy. Soc.*, 3, (A), 1926, p. 203.

(5) *Journ. de Ch. Ph.*, 26, 1929, p. 152.

sature en une dizaine d'heures. Le produit, toujours plus riche que l'oxyde normal, s'exprime en moyenne par $NiO^{1,04}$. Sa couche externe, noire, cristallise en grains plus gros. L'excès d'oxygène, qui s'élimine facilement dans le vide, semble dissous, car par transmission ou par réflexion, le spectre de rayon X reproduit celui de NiO.

III. La figure 1 résume l'oxydation de lames de $0^{mm},1$ d'épaisseur, sous la pression de 760^{mm} d'oxygène, et à diverses températures. A des durées que l'on avait pas encore étudiées jusqu'ici, la loi de Pilling et Bedworth reste

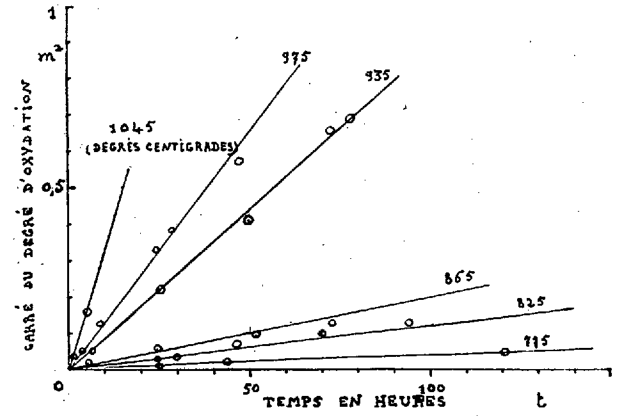


Fig. 2. — Variation de la vitesse d'oxydation avec la température.

donc applicable. L'accord avec ces auteurs est même sensiblement quantitatif.

La figure 2 justifie, d'autre part, la formule d'Arrhenius. En résumé, à la température absolue T, le nombre de grammes d'oxygène fixés par centimètre carré est donné, au bout de t heures, par l'expression

$$n = 11,46^{-\frac{11210}{T}} \sqrt{t}.$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *La solubilité mutuelle de l'eau lourde et des liquides organiques*. Note (¹) de MM. **Jean Timmermans** et **Gustave Poppe**, présentée par M. G. Urbain.

Pour réaliser ces expériences, nous disposions du même échantillon d'eau lourde à 100 pour 100 qui nous a déjà servi antérieurement (²), ainsi que de 10^g d'un produit à 99,2 pour 100 mis à notre disposition par la *Norsk Hydro-Elektrisk Kvoelstofaktieselskab* d'Oslo. Les autres substances étudiées

(¹) Séance du 16 septembre 1935.

(²) Voir *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1661.

étaient d'une grande pureté et présentaient les constantes indiquées par le Bureau international des Étalons physicochimiques.

Les expériences ont été exécutées par observation de la température de trouble, en opérant en tube scellé sous la pression de vapeur saturée, ou en tube de Cailletet pour les expériences concernant la variation de la température critique de dissolution, en l'absence de vapeur, sous des pressions élevées. Le remplissage des appareils était exécuté à l'abri de l'humidité en distillant dans le tube laboratoire le mélange obtenu en faisant exploser dans un petit ballon, où l'on avait fait le vide au préalable, deux ampoules en verre mince contenant des poids connus d'eau lourde et du second composant.

La seule publication qui touche aux problèmes que nous envisageons est celle de Norris F. Hall, Harold R. Wentzel et Theodore Smith (1) : ces auteurs ont observé, d'une part que la température critique de dissolution *inférieure* du système nicotine + eau s'abaissait de 0,72° quand l'eau contenait 10,6 pour 100 de D^2O (oxyde de deuterium); et d'autre part que la température critique de dissolution *supérieure* du système phénol + eau s'élevait proportionnellement à la concentration de D^2O; dans leurs expériences l'élévation maximum observée était de 5°,58 pour une eau contenant 47,2 pour 100 de D^2O.

Comme dans nos précédentes recherches, les observations ont été répétées parallèlement d'une part avec l'eau ordinaire, d'autre part avec l'eau lourde.

T. C. D. supérieure. Système eau + phénol. — Avec l'eau ordinaire une solution à 35,2 pour 100 de phénol possède une T. C. D. de 66°,45; la variation de la T. C. D. en fonction de la pression, étudiée en tube de Cailletet, est de + 0°,004 par kilogramme d'après N. F. van der Lee (2). Avec l'eau lourde, une solution à 35,0 pour 100 de phénol possède une T. C. D. de 78°,7, qui s'élève de + 0°,0047 par kilogramme de pression, entre 1 et 150^{kg}. Quand on remplace l'eau ordinaire par l'eau lourde dans ce mélange, la T. C. D. s'élève donc de 12°,25 d'après nos observations, alors que l'élévation calculée par extrapolation de la courbe de Hall, Wentzel et Smith est de 11°,8.

Ce système dont la T. C. D. supérieure s'élève par compression, appartient au type de la scission de la ligne critique de dissolution (*scission de*

(1) *J. Am. Chem. Soc.*, 56, 1934, p. 1822.

(2) *Dissertation Amsterdam*, 1898; *Z. f. ph. Ch.*, 33, 1900, p. 622.

première espèce), suivant la classification indiquée antérieurement à ce sujet par J. Timmermans [1].

Système eau + acétonitrile. — Avec l'eau ordinaire une solution contenant 62 pour 100 d'acétonitrile présente une T. C. D. supérieure de — 0°,9 d'après R. Benjamin (Bruxelles, valeur inédite); avec l'eau lourde, une solution à 62,05 pour 100 d'acétonitrile possède une T. C. D. de + 5°1. Pour ce mélange l'élévation de la T. C. D. par substitution de l'eau lourde à l'eau ordinaire est de 6°,5. Ce système se formant à partir des constituants avec diminution de volume, appartient au type du retrait de la ligne critique de dissolution (*retrait simple*).

T. C. D. inférieure. Système eau + triéthylamine. — Avec l'eau ordinaire une solution à 34,0 pour 100 d'amine possède une T. C. D. de 18°,25, qui s'élève de 0°,02 par kilogramme d'après J. P. Kuenen et W. G. Robson [2]. Avec l'eau lourde une solution à 35,1 pour 100 possède une T. C. D. de 14°,45 qui s'élève de 0°,023 par kilogramme entre 10 et 70^{kg}. Pour ce système, le remplacement de l'eau ordinaire par l'eau lourde, entraîne donc un abaissement de 3°,8 pour la T. C. D. inférieure; la ligne critique de dissolution de ce mélange appartient au type du *retrait critique*.

Le domaine de démixtion est dissimulé, sous la courbe de congélation : ce phénomène se présente lorsque la congélation du mélange se produit à une température plus élevée que la T. C. D. supérieure ; dans ce cas la démixtion ne peut être observée que par surfusion. Exemple : Un mélange d'eau ordinaire avec l'acide butyrique *n* contenant 40,08 pour 100 d'acide, reste homogène par refroidissement jusqu'à la température de congélation commençante qui s'observe à — 3°,0 (Faucon) [3] ; mais par surfusion on observe une T. C. D. supérieure à — 3°, 8. Avec l'eau lourde une solution à 39,0 pour 100 d'acide possède une T. C. D. supérieure dans le domaine des équilibres stables à 19°,65. L'élévation de la T. C. D. supérieure est donc ici de 23°,45. Dans les deux cas la T. C. D. supérieure s'abaisse par compression : de 0°,044 par kilo entre 1 et 150^{kg} pour le système contenant l'eau lourde; il s'agit donc ici également d'un cas typique de *démixtion dissimulée* sous la courbe de congélation du système avec retrait de la ligne critique de dissolution, suivant la classification de J. Timmermans.

Conclusion. — L'ensemble des résultats décrits dans cette Note montre que, par substitution de l'eau lourde à l'eau ordinaire, les phénomènes de

(1) *J. de Ch. ph.*, 20, 1923, p. 499.
(2) *Z. f. ph. Ch.*, 38, 1899, p. 361.
(3) *Ann. Ch. et Ph.*, 8e série, 19, 1910, p. 70.

solubilité mutuelle avec des composés organiques ne varient pas de caractère, mais que les T. C. D. supérieures s'élèvent, et que les T. C. D. inférieures s'abaissent au contraire : le domaine de démixtion augmente donc en étendue dans toutes les directions.

MINÉRALOGIE. — *La place de la montmorillonite dans la catégorie des silicates phylliteux.* Note [1] de M. **Jacques de Lapparent.**

Les premières analyses chimiques de montmorillonite ont paru montrer que la silice y était à l'alumine dans le rapport moléculaire de 4 à 1 ainsi qu'il en est pour la pyrophyllite. Le dégagement important d'eau, enregistré d'autre part, incitait à considérer cette espèce minérale comme une pyrophyllite hydrique à la manière dont on considère l'halloysite par rapport à la kaolinite.

Des analyses précises de montmorillonites de divers gisements ont révélé que la silice y est en proportions plus fortes qu'on ne l'imaginait et que de la magnésie s'y trouve toujours en quantité notable, unie à un peu de chaux. L'interprétation des analyses a conduit, en fin de compte, M. Cl. S. Ross à admettre pour formule développée de la montmorillonite :

$$(Mg, Ca)O.Al^2O^3.5SiO^2.5 \text{ à } 8H^2O.$$

L'abaissement de la teneur en silice de certains échantillons, et en particulier de ceux du gisement type de Montmorillon, s'explique par le fait du mélange à la montmorillonite d'une certaine quantité de kaolinite.

D'autre part, des radiogrammes Debye de montmorillonites (exécutés et calculés par M. R. Hocart) mettent en évidence, outre les lignes correspondant aux plans (*qr*o) communs à tous les silicates phylliteux, une ligne à 14 Å environ qui témoigne de l'interespace des plans (001).

Or on sait, depuis les travaux classiques de M. Ch. Mauguin, qu'il y a lieu de distinguer, parmi les silicates phylliteux, deux catégories : l'une, à 10 Å environ, *type mica*, l'autre à 14 Å environ, *type chlorite*. La kaolinite est une phyllite à 7 Å ; mais, en doublant la formule, on la représentera schématiquement comme une phyllite à 14 Å. On constate alors qu'on en tire, par substitution du groupe SiMg à Al^2 suivant la règle des valences, une formule qui rend compte des proportions relatives de magnésie (et

(1) Séance du 16 septembre 1935.

chaux), de silice et d'alumine, dans la montmorillonite :

$$(OH)^8.Al^4.Si^4O^{10} \rightarrow (OH)^8.Al^2SiMg.Si^4O^{10}.$$

La formule ainsi écrite ne met en évidence que quatre molécules d'eau, alors que les analyses chimiques de montmorillonites permettent d'en extraire une quantité au moins égale à cinq. On fait à ce propos les remarques suivantes :

1° En admettant la structure des phyllites suggérée par M. Linus Pauling ([1]) pour le type chlorite à 14 Å, on écrira la seconde formule :

$$(OH)^2.Al^2.Si^4O^{10} + (OH)^6.MgSi.$$

Le premier terme est la formule de la *pyrophyllite*, le second terme est du modèle *brucite* $(OH)^6R^3$. Dans le schéma représentatif de la structure donné par le savant américain, le premier terme, doublé, correspond à une carcasse en forme de corset ceinturé, et le second terme, doublé, à une carcasse d'octaèdres contigus; l'une et l'autre alternant pour former la phyllite à 14 Å. Mais ces carcasses n'alterneront régulièrement que si leurs charges électrostatiques se compensent, comme il en est pour les chlorites; ce qui n'est pas le cas pour les deux radicaux écrits qui sont l'un et l'autre, électriquement neutres. On remarque alors que des places existent dans la carcasse du premier terme et dans la carcasse du second qui ne sont pas occupées : le centre de la couronne des bases des six tétraèdres en Si pour le premier terme, un sur trois des centres des octaèdres pour le second; places où peuvent se situer des ions (OH) pour le premier terme et des ions H pour le second. De telle sorte que la formule de la montmorillonite pourrait s'écrire :

$$(OH)^2.Al^2.Si^4O^{10}.(OH)^2 + (OH)^6.MgSiH^2$$

et comporterait de la sorte un terme négatif et un terme positif, structurellement alternants. Ainsi apparaîtrait-il dans la formule six molécules d'eau.

2° On remarque en outre que les ions (OH) et H surimposés ne jouent leur rôle que lors de la formation de la montmorillonite; celle-ci constituée, ils deviennent une « eau » dans la montmorillonite, et les feuillets de cette dernière seront alors électriquement neutres.

3° D'autre part, il est vraisemblable que les ions Si du terme en $(OH)^6R^3$ ne sont pas situés aux centres d'octaèdres mais qu'ils occupent le centre de tétraèdres qui, dans la double couche compacte faite d'(OH),

---

([1]) *Proceed. of the Nat. Acad. of Sciences U. S. A.*, 16, 1930, p. 578.

sont naturellement déterminés par trois octaèdres. De la sorte, d'autres vides se trouvent réalisés qui peuvent contribuer encore à augmenter la place réservée à l'eau; l'excès d'eau sur les six molécules ne devant cependant être considéré que comme de l'eau emprisonnée dans l'édifice cristallin et non incorporée à lui.

Si l'on maintient à 400° pendant 24 heures la montmorillonite et que l'on produise un radiogramme Debye à partir de la matière ainsi traitée, on constate que la ligne à 14 Å est remplacée par une ligne à 10 Å. Toutes les autres lignes restent les mêmes, mais il apparaît une nouvelle ligne à 3,17 Å qui, dans la montmorillonite traitée à la température ordinaire d'un laboratoire, était remplacée par une zone diffuse portant sur une largeur de l'ordre de 0,2 Å. Cette zone diffuse qui existe dans les radiogrammes de montmorillonite de tous les gisements peut être attribuée à la présence, dans l'édifice cristallin, d'un matériel amorphe, sans doute l'eau.

Cette eau éliminée, le second terme de la formule est détruit, et le corps réalisé n'est plus représenté que par le premier terme (pyrophyllite) auquel s'adjoint un résidu : O^3SiMg. L'épaisseur du premier terme, mesurée sur la pyrophyllite pure, est de 9,1 Å; le résidu dont Si et Mg, *maintenant à l'état d'atomes*, forment le volume principal, se loge dans les vides de la carcasse en corset où avaient primitivement pris place les ions (OH) surimposés, augmentant de 0,9 Å l'épaisseur du feuillet.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Verbénacées. Les premiers termes du développement de l'albumen chez le* Verbena officinalis *L.* Note [1] de M. **René Souèges**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Dans une Note précédente [2], les détails les plus précis ont été fournis sur le développement de l'embryon. L'albumen, d'après Kanda [3], chez certains *Verbena*, se rattacherait au type des Hélobiales; d'après Schnarf [4], il serait nettement cellulaire, avec une chambre antipodiale donnant un haustorium à deux noyaux hypertrophiés et une chambre micropylaire qui devient le siège de cloisonnements régulièrement orientés transver-

(1) Séance du 16 juillet 1935.
(2) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 234.
(3) *Bot. Gazet.*, 69, 1920, p. 54.
(4) *Œster. bot. Zeitschrift*, 44, 1925, p. 40.

salement et longitudinalement après chaque division nucléaire. D'autre part, ce dernier savant distingue, pour toutes les Tubiflorales, un premier cas (*Scutellaria*), avec première cloison longitudinale dans les deux chambres, micropylaire et chalazienne, un deuxième cas (*Brunella*), avec cloison tout d'abord longitudinale, et un troisième cas (*Stachys*) avec cloison tout d'abord transversale, dans la chambre micropylaire seulement.

Les figures 20, 21, 22, 23 montrent que la première cloison dans cette chambre peut être, chez le *V. officinalis*, tantôt longitudinale (*fig.* 20 et 21),

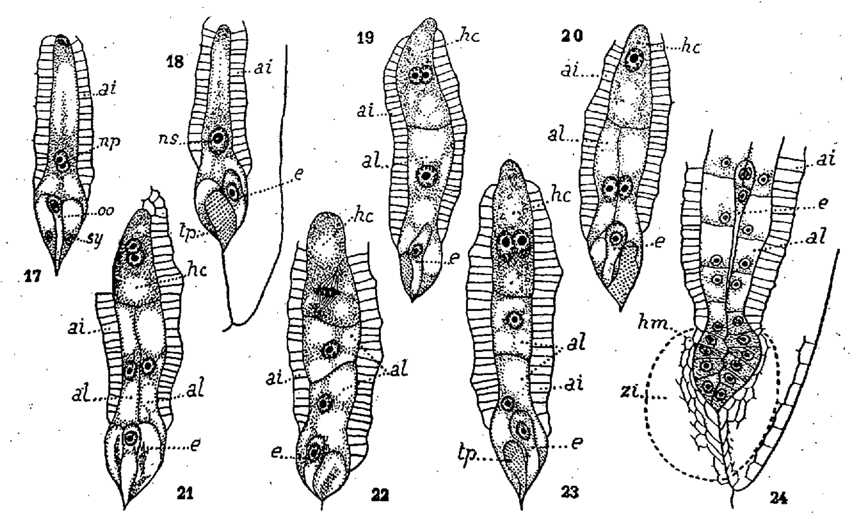


Fig. 17 à 24. — *Verbena officinalis* L. — Les premières divisions de l'albumen et la formation de l'haustorium micropylaire. *ai*, assise interne du tégument ovulaire ou tapis; *sy*, synergides; *np*, noyaux polaires; *ns*, noyau secondaire du sac; *oo*, oospore; *e*, embryon; *tp*, résidus du tube pollinique; *al*, albumen; *hc*, haustorium chalazien; *hm*, cellules haustoriales de la poche micropylaire; *zi*, zone d'influence des sucs digestifs. G. : 210.

tantôt transversale (*fig.* 22 et 23). Les figures 22 et 23 démontrent, en outre, que, par les premières cloisons transversales (voir encore *fig.* 16, p. 41, du travail de Schnarf), l'albumen, dans son ensemble, se trouve divisé en trois étages. L'étage chalazien correspond à la vésicule haustoriale binucléée (*hc*). L'étage médian produit un albumen cellulaire qui se trouve digéré, au cours de la séminogenèse, par l'embryon en voie de croissance, la graine adulte étant exalbuminée, ne comportant, plus exactement, qu'une seule assise protéique d'albumen, comme chez les *Mentha* et la plupart des Labiées. L'étage micropylaire, comprenant tout d'abord, comme l'étage moyen, deux, puis quatre éléments disposés côte à côte, donne, par segmentations transversales de ces quatre éléments, des cellules haustoriales, qui

s'enfoncent dans la poche réservée à l'appareil sexuel (*hm*, *fig.* 24). Elles digèrent le contenu de ce renflement et repoussent l'embryon vers le centre de l'albumen proprement dit; autour d'elles et sur tout le parcours du micropyle une région claire, où se remarquent des éléments aplatis avec parois très amincies, indique la zone d'influence de leurs sucs digestifs. Cette poche micropylaire avait déjà été aperçue en 1858 par Hofmeister (1), qui l'avait comparée à celle de l'*Hebenstreitia dentata*, sans faire connaître néanmoins sa structure véritable ni l'origine de ses parties constitutives.

On voit, en somme, que tous les caractères embryologiques, aussi bien ceux que l'on peut tirer des lois qui président au développement de l'embryon et de l'albumen, que ceux qui résultent des formations haustoriales ou de la persistance dans la graine d'une assise protéique d'albumen, concordent, et contribuent à resserrer les liens déjà très étroits entre Verbénacées et Labiées, deux familles de l'alliance des Labiatiflores, qui ne demeurent ainsi séparées que par le style, terminal ou gynobasique, et par la nature, drupacée ou akénoïde, du fruit.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Réaction biologique différencielle des composés cobalteux et de certains complexes cobaltiques (cobaltiammines).* Note de M. **Jean-Marie Le Goff**, présentée par M. Alexandre Desgrez.

L'injection hypodermique de 1^{cm^3} d'une solution isotonique d'un sel cobalteux hydrosoluble, produit une vaso-dilatation instantanée des vaisseaux superficiels de la face, des oreilles, de la nuque et du cou, qui dure de 5 à 15 minutes; elle est accompagnée d'une chute de la pression sanguine qui s'étend sur une plus longue durée et de la perception de chaleur assez vive au visage (2). Ces phénomènes sont moins marqués et paraissent retardés avec les sels à acide organique.

Si l'on injecte, chez l'homme, le même volume d'une solution aqueuse, isotonique, d'un complexe cobaltique ou cobaltiammine, soit environ 3^{cg}, on observe des réactions toutes différentes.

Au bout de 15 ou 20 minutes, le sujet éprouve une légère sensation de chaleur à la figure qui rougit un peu, mais beaucoup moins que dans le cas précédent; il ressent bientôt aux lèvres, un frémissement, des secousses

(1) *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1, 1858, p. 140.
(2) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 171.

fibrillaires et des secousses cloniques qui s'étendent aux ailes du nez, au sillon naso-génien, aux joues, aux paupières, au front, au cuir chevelu; les gencives semblent se gonfler et s'étirer, la tension de la muqueuse buccale paraît accrue; souvent la salivation augmente. Le sujet éprouve dans la gorge la sensation d'avoir avalé une liqueur forte ou un corps solide qui s'y trouverait arrêté; parfois, il éternue avec force. Ces sensations s'étendent jusqu'aux mains et aux pieds dans lesquels se manifestent les mêmes secousses cloniques, ainsi qu'aux seins, aux cuisses et aux organes génitaux, surtout chez la femme.

De plus fortes doses provoquent des nausées et même des vomissements. Tous ces phénomènes sont très marqués dans l'état de santé et semblent varier, dans leur localisation et leur intensité, dans les maladies où le grand sympathique est plus ou moins intéressé. Les secousses cloniques se reproduisent par accès périodiques de courte durée, pendant 2 et 3 jours, et la volonté est impuissante à les maîtriser; elles sont provoquées par l'action tétanisante de l'azote du cation cobaltique à laquelle s'ajoute peut-être une propriété nouvelle du cobalt trivalent. Les réactifs chimiques habituels ne peuvent pas déceler directement le cobalt et l'ammoniaque des complexes cobaltiques; l'*organisme*, au contraire, possède le pouvoir, non seulement de différencier les composés cobalteux des complexes cobaltiques, mais encore de discerner les deux éléments, azote et cobalt, dissimulés dans les cobaltiammines.

La séance est levée à $15^{h}20^{m}$.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 12 août 1935.)

Note de MM. *Jean Calvet*, *Jean-J. Trillat* et *Miloslav Paič*, Sur la recristallisation de l'aluminium pur :

Page 426, dans le titre, *au lieu de* MILOSLAV PAIČ, *lire* MLADEN PAIČ.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 SEPTEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. Léon LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRAULIQUE. — *Sur les éléments linéaires hydrauliques et la résistance des corps immergés en régime permanent ou transitoire.* Note [1] de MM. **Charles Camichel, Léopold Escande, Étienne Crausse** et **Jean Baubiac.**

Nous avons signalé [2] l'existence d'éléments linéaires hydrauliques dans les mouvements des liquides à l'intérieur des systèmes en charge; nous avons montré que ces éléments dépendent uniquement des dimensions du système considéré lorsque la viscosité n'a pas d'influence sur l'écoulement (mouvements irrotationnels ou régime des ouvrages courts).

La Note actuelle a pour objet l'exposé des résultats obtenus dans la suite de nos recherches à ce sujet.

Nous avons étudié, au moyen d'un dispositif analogue à celui de la machine d'Atwood, la chute dans l'eau de corps semblables, en faisant varier au cours des expériences soit les dimensions des corps, soit l'effort moteur. La cinématographie ou un système de contacts électriques permet de connaître la loi du mouvement, loi représentée par une courbe d'allure parabolique, pendant le régime transitoire et par une partie rectiligne faisant suite à la précédente, pendant le régime permanent.

En régime permanent, la résistance à l'avancement du corps, égale à

([1]) Séance du 16 juillet 1934.

([2]) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 466 et 602; 199, 1934, p. 1555.

l'effort moteur, est donc connue immédiatement; en régime transitoire, cette résistance peut être évaluée, puisqu'on possède tous les éléments nécessaires au calcul des termes d'inertie.

Nous avons constaté que, pour un corps tombant dans l'eau à partir du repos, dans une direction parallèle à son axe, la distance L, parcourue par le corps depuis la position initiale jusqu'à la position à partir de laquelle le régime permanent de la vitesse est établi, est constante et indépendante de la vitesse atteinte, ce qui confirme la notion d'élément linéaire hydraulique. Pour un corps semblable au premier dans le rapport λ la distance

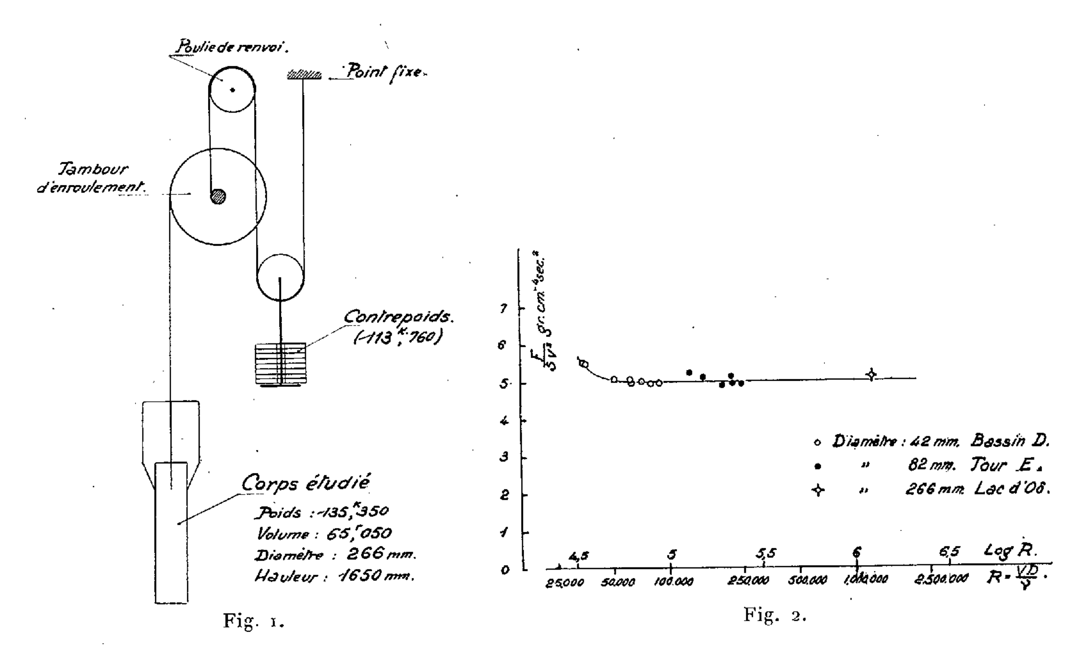


Fig. 1.

Fig. 2.

parcourue en régime transitoire est proportionnelle à λ. Ces résultats ont été vérifiés pour des nombres de Reynolds variant de 36000 à 1250000 : les corps étaient constitués par des cylindres droits à base circulaire munis à l'aval d'un empennage; ils tombaient dans de l'eau contenue soit dans un bassin de 6^{m} de profondeur, soit dans une tour de 30^{m} de profondeur, soit enfin, pour des corps de dimensions plus importantes, dans le lac d'Oô (80^{m} de profondeur). Dans ce dernier cas nous employions un radeau d'expérience construit par la Compagnie d'Électricité Industrielle de Luchon-Marignac sur lequel était monté un dispositif d'expérience représenté schématiquement sur la figure 1; le tableau suivant résume quelques-uns des résultats obtenus :

Diamètre du corps.	λ.	Vitesse limite de chute (cm/sec).	Élément linéaire hydraulique L.	$\frac{L}{\lambda}$.	Réservoir utilisé.
42 mm	0,513	85,5	308 cm	600 cm	Bassin D. (Hauteur : 6m; superficie : 50m²)
		123,1	315	615	
		151,0	297	580	
		195,5	297	580	
82	1	73,6	610	610	Tour E. (Hauteur : 30m; superficie : 7m²)
		132,0	600	600	
		161,5	620	620	
		216,0	620	620	
		299,0	600	600	
266	3,24	470,1	1900	585	Lac d'Oô. (Profondeur : 80m).
		468,0	2000	561	
		469,5	1900	585	

Au point de vue des résistances en régime permanent F, la courbe de la figure 2 donne des valeurs de $\frac{F}{SV^2}$ (S section droite du cylindre, V vitesse atteinte en régime permanent) en fonction du nombre de Reynolds. Cette courbe devient sensiblement horizontale au-dessus d'un nombre de Reynolds déterminé (seuil caractéristique de l'ouvrage court). On remarque que l'expérience faite au nombre de Reynolds le plus faible correspond à un point situé légèrement en deçà du seuil; donc, dans ce cas, la constance de l'élément linéaire hydraulique se maintient même lorsque la viscosité commence à intervenir en régime permanent.

La notion d'élément linéaire est donc vérifiée dans un champ étendu par les expériences précédentes qui comportent également un procédé commode et précis pour la détermination des résistances en régime permanent et transitoire.

M. **Émile Mathias** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *La Foudre et sa forme globulaire. Exposé critique.*

NOMINATIONS.

M. **Ch. Achard** représentera l'Académie, avec M. **T. Levi-Cività**, précédemment désigné, à l'inauguration des *nouveaux bâtiments de l'Université de Rome*, le cinquième jour des calendes de novembre 1935.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Les instruments pour l'observation des hauteurs égales en Astronomie* (*Méthode de Gauss généralisée*), par Mme E. Chandon et A. Gougenheim.

2° *Matières en suspension dans les eaux des fleuves et sphères dans les liquides. Étude expérimentale de leur mouvement*, par M.-M. Ghali.

3° *Nel Cinquantenario della* Società Edison (1884-1934).

4° *Séries de Fourier et Classes quasi-analytiques de fonctions*, par S. Mandelbrojt. (Transmis par M. Émile Borel.)

ÉLASTICITÉ. — *Contribution au problème d'équilibre d'élasticité d'un solide indéfini limité par un plan.* Note [1] de M. **Raymond Mindlin**, présentée par M. Caquot.

Les tensions causées par des forces ayant leur point d'application à l'intérieur d'un solide homogène, limité par une surface plane mais indéfini d'un côté de ce plan, peuvent être exprimées au moyen de fonctions biharmoniques. (B. Galerkin, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1047; H. M. Westergaard, *Bulletin of the American Mathematical Society*, 1935.)

Le solide est limité par le plan $z = 0$, la direction positive de l'axe z étant à l'intérieur de ce corps. Si une force P agit au point $(0, 0, +c)$ et a la

---

[1] Séance du 16 septembre 1935.

direction de l'axe positif z, la fonction harmonique est alors

$$\Phi_3 = \frac{P}{8\pi(1-\mu)}\Big\{R_1 + [8\mu(1-\mu)-1]R_2 + 4(1-2\mu)[(1-\mu)z - \mu c]\log(R_2+z+c) - \frac{2cz}{R_2}\Big\},$$

où μ est le coefficient de Poisson,

$$R_1^2 = x^2+y^2+(z-c)^2 \quad \text{et} \quad R_2^2 = x^2+y^2+(z+c)^2.$$

Si la force est dirigée selon la direction positive de l'axe x, on a deux fonctions

$$\Phi_1 = \frac{P}{8\pi(1-\mu)}\Big\{R_1+R_2-\frac{2c^2}{R_2}-4(1-\mu)(1-2\mu)[R_2-(z+c)\log(R_2+z+c)]\Big\},$$

$$\Phi_3 = \frac{P}{8\pi(1-\mu)}\Big\{\frac{2cx}{R_2}+2(1-2\mu)x\log(R_2+z+c)\Big\}.$$

A l'aide de ces trois fonctions, les tensions causées par des forces quelconques à l'intérieur d'un corps limité par un plan, mais indéfini d'un côté de ce plan, peuvent être calculées au moyen des formules données par M. Galerkin.

Les solutions données permettent de résoudre, pour le solide considéré ici, le cas de deux forces égales et directement opposées dont les points d'application sont voisins et beaucoup d'autres cas particuliers comme dans le problème du solide indéfini.

ÉLASTICITÉ APPLIQUÉE. — *Sur le flambage des plaques minces cylindriques.* Note de MM. **Bernard Laffaille** et **Florin Vasilesco**, présentée par M. Henri Villat.

On sait l'importance que présente l'étude du flambage des plaques minces cylindriques pour les constructions aéronautiques, en particulier et les applications industrielles en général. Il existe un certain nombre de telles recherches [1]. Une étude de M. Redshaw [2] est le point de départ des recherches résumées ici et dont la nécessité nous a été imposée par les

(1) Voir par exemple *Luftfahrt-forschung*, Bd. 11, n° 8, 1935, p. 219. Oldenbourg, München-Berlin.

(2) *Aeronautical Research Committee.* Reports and memoranda n° 1565, 1934, published by H. M. Stationery Office.

résultats expérimentaux que nous avons contrôlés. Le problème est le suivant : une plaque cylindrique, d'ouverture Φ et de rayon r, de hauteur l et d'épaisseur $2h$, est soumise à une pression p dans la direction des génératrices, exercée par deux plateaux compresseurs. Les deux génératrices extrêmes subissent une compression simple et la plaque est le siège de déformations élastiques. Il s'agit de trouver la charge critique, c'est-à-dire la plus petite pression p pour laquelle il peut y avoir équilibre élastique de la plaque déformée. La méthode de Rayleigh-Ritz consiste à assigner *a priori* une forme de déplacement (u, v, w) dépendant de constantes arbitraires, à déterminer ces constantes par la condition que l'énergie totale V des forces intérieures et extérieures est minimum ou maximum.

Le déplacement considéré par M. Redshaw est le suivant :

$$u = A \sin\frac{\pi\theta}{\Phi}\sin\frac{Kx}{r}, \qquad v = 0, \qquad w = C\sin\frac{\pi\theta}{\Phi}\cos\frac{Kx}{r} \qquad \text{où} \quad \frac{Kl}{r} = n\pi,$$

x, r et θ étant les coordonnées cylindriques d'un point de la surface moyenne de la plaque et u, w et v leurs accroissements après déformation. On peut adresser de graves critiques à ce déplacement : on voit que $u = 0$ pour $x = 0$ et $x = l$, ce qui est contraire à l'existence même du flambage; il est vrai qu'alors V est une forme quadratique homogène en A et C dont il suffit d'annuler le déterminant pour un extremum de V avec A et C différents de zéro. Cette condition donne la pression. Une autre critique est la suivante : on peut, à la rigueur, assigner une forme à w à la suite de l'examen des résultats expérimentaux, mais il semble tout à fait risqué de fixer la forme de u.

Dans les recherches que nous résumons ici, nous sommes partis, pour une première étude, avec le déplacement général suivant :

$$u = F(\theta, x), \qquad v = 0 \qquad \text{et} \qquad w = C\sin\frac{a\pi\theta}{\Phi}\sin\frac{q\pi x}{l}$$

a et q étant des entiers positifs et $F(\theta, x)$ une fonction à déterminer en même temps que a et q. Nous sommes ainsi conduits à un problème du calcul des variations que nous avons pu résoudre. On se rend compte que $F(\theta, x)$ doit être de la forme

$$F(\theta, x) = \frac{1}{2}\sum_{s=1} a^0_{2s-1}\cos(2s-1)\frac{\pi x}{l} + \sum_{n=1}\left[\cos n\frac{2\pi\theta}{\Phi}\sum_{s=1} a^n_{2s-1}\cos(2s-1)\frac{\pi x}{l} + \sin n\frac{2\pi\theta}{\Phi}\sum_{s=1} b^n_{2s-1}\cos(2s-1)\frac{\pi x}{l}\right],$$

car on doit avoir

$$u(\theta, 0) = -u(\theta, l) = \text{const.}$$

L'énergie totale est alors

$$\frac{4}{\Phi l r E' h} V = \left(\frac{\pi}{l}\right)^2 \left[\frac{1}{2} \sum_1 (2s-1)^2 (a_{2s-1}^0)^2 + \sum_n \sum_s (2s-1)^2 [(a_{2s-1}^n)^2 + (b_{2s-1}^n)^2] \right.$$
$$+ \frac{1-\sigma}{2r^2}\left(\frac{2\pi}{\Phi}\right)^2 \sum_s \sum_n n^2 [(a_{2s-1}^n)^2 + (b_{2s-1}^n)^2] + \frac{2\sigma}{r} CR + \frac{8p}{lE'} \sum_1 a_{2s-1}^0$$
$$+ C^2 \left(\frac{q\pi}{l}\right)^2 \left[\frac{l^2}{r^2 q^2 \pi^2} + \frac{h^2}{3} \left\{ \frac{q^2\pi^2}{l^2} + \frac{l^2}{q^2\pi^2 r^4}\left[1 - \left(\frac{a\pi}{\Phi}\right)^2\right]^2 \right.\right.$$
$$\left.\left. - \frac{2\sigma}{r^2} + \frac{2}{r^2}\left(\frac{a\pi}{\Phi}\right)^2 \right\} - \frac{p}{E'} \right],$$

où $E' = R/1 - \sigma^2$ et R égal à

$$-\frac{2}{l} q \left[\frac{a_q^0}{a} - 2a \sum_n \frac{a_q^n}{4n^2 - a^2} \right]$$

ou à zéro, pour a impair et q impair ou pair, à $-\pi/l.qb_q^{a/2}$ pour a pair et q impair ou pair.

Pour que V soit minimum avec $C \neq 0$ et $F(\theta, x) \not\equiv 0$ on doit avoir *q pair*,

$$F(\theta, x) = -\frac{4pl}{\pi^2 E'} \sum_{s=1} \frac{\cos(2s-1)\frac{\pi x}{l}}{(2s-1)^2},$$

et le coefficient de C^2 nul, ce qui donne p dont le minimum est la charge critique. Ce minimum a lieu pour $a = 1$ et q égal au nombre pair le plus voisin de

$$\frac{l\sqrt[4]{3}}{\pi\sqrt{rh}} \sqrt[4]{1 + \frac{h^2}{3r^2}\left(1 - \frac{\pi^2}{\Phi^2}\right)^2}.$$

Application aux plaques en tôle d'acier laminé : $E = 2.10^{10}$ kg/mm².

					Trouvé.	
$2h$.	r.	Φ.	l.	σ.	q.	p.
0m,003	1m,8	$\pi/2$	1	0,3	8	21,2 kg/mm²
0m,002	1m	154° = 2,7	1	0,3	14	25,4 »
–	–	–	0,5	–	6	25,95 »

Ces valeurs de p sont légèrement supérieures à celles obtenues par les essais expérimentaux, ce qui est normal, étant donné les imperfections inhérentes au matériel utilisé et à l'expérience.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur la dissymétrie des courbes de lumière des variables à éclipses attribuable à un retard de marée.* Note de M. **John Ellsworth**, présentée par M. Ernest Esclangon.

1. On assimile un système double à éclipses à deux ellipsoïdes de révolution rapprochés dont la période de rotation est égale à la période de révolution. De plus on admet souvent que les directions des deux grands axes sont confondues. Abstraction faite du phénomène des éclipses, la rotation des étoiles cause une variation sinusoïdale de l'éclat du système. Elle explique la plus grande partie des variations continues observées en dehors des éclipses, le reste étant dû à l'effet de phase où de réflexion.

Dans certains cas cependant on a été conduit, pour représenter les variations extérieures aux éclipses, à admettre que les deux grands axes des ellipsoïdes faisaient entre eux un angle α, hypothèse que l'existence probable de phénomènes de frottement, produisant un retard de marée rend mécaniquement vraisemblable. Nous allons montrer que la courbe de lumière peut alors être dissymétrique pendant les éclipses, la croissance d'éclat qui suit le minimum principal étant plus rapide que la décroissance qui le précède.

2. Un cas frappant est celui de *TV Cassiopeiæ*, d'après les observations de Mc Diarmid faites en 1914 ([1]) et les nôtres au nombre de 157, faites en 1932-1934 avec un photomètre à œil de chat. La période étant $P = 1,816609$ jour, la durée de la décroissance d'éclat serait $0^j,19$, et la durée de la croissance $0^j,14$ seulement. Pour étudier la courbe de lumière en dehors des éclipses, nous avons tenu compte du fait que le minimum secondaire n'est pas équidistant des deux minima principaux qui l'encadrent. Ainsi l'orbite doit être elliptique. Une discussion dont les détails paraîtront dans un autre Recueil nous fait adopter l'excentricité $\theta = 0,075$ et la longitude du périastre $\omega = 180°$ (époque 1932-1934) pour la composante brillante. En appliquant la méthode utilisée par Dugan pour *U Cephei* ([2]), nous trouvons comme retard de marée $\alpha = 10°44'$ et comme facteur d'ellipticité de Russell $z = 0,1400$, tenant compte de la réflexion à la manière d'Eddington ([3]).

([1]) *Contributions from the Princeton University Observatory*, n° 7, 1924.
([2]) *Contributions from the Princeton University Observatory*, n° 5, 1920.
([3]) *Monthly Notices*, 86, 1926, p. 320-327.

Prenant comme première approximation les éléments de Mc Diarmid qui ne seront que peu modifiés, nous calculons pour l'éclipse principale une courbe théorique par la méthode de Harting (¹) modifiée et complétée pour tenir compte de l'ellipticité et du retard de marée. Ce calcul montre que : 1° *la dissymétrie relative à la phase* $\theta = 0$ qui correspond à la plus grande surface éclipsée *est pratiquement faible;* 2° abstraction faite de l'éclipse, *le minimum d'éclat correspondant au minimum de surface apparente,* dans la rotation du système, *se produit après la phase* $\theta = 0$. Par suite *le minimum d'éclat observé*, résultant de ces deux causes, *doit se produire pour la phase* $\theta = +1°,94$, c'est-à-dire $0^j,0098$ après la phase $\theta = 0$. Par rapport à ce minimum la courbe de lumière théorique est très dissymétrique et s'accorde d'une façon satisfaisante avec la courbe observée.

	Durée de la diminution.	Durée de l'augmentation.
Observée	0,19 jour	0,14 jour
Calculée	0,19 jour	0,16 jour

3. Dans le cas précédent le minimum de surface apparente dû à la rotation des ellipsoïdes avait lieu pendant l'éclipse même. Lorsque le retard de marée est plus grand, il peut se produire après la fin de l'éclipse. Pour *RZ Cassiopeiæ,* par exemple, nous trouvons un retard de marée $\alpha = 45°$. Dans ce cas le décalage du minimum d'éclat par rapport à la phase $\theta = 0$ ne peut pas atteindre $+0°,1$ et devient pratiquement négligeable. Pour *U Cephei,* Dugan a trouvé en 1914-17 $\alpha = 23°,7$. En 1931-34 nous trouvons $\alpha = 32°,7$ (²). A l'époque des observations de Dugan le minimum de surface apparente avait lieu avant la fin de l'éclipse et ses observations montrent une forte dissymétrie. A l'époque de nos observations, le minimum est extérieur à l'éclipse et nous obtenons une courbe théorique satisfaisante sans décaler le minimum par rapport à $\theta = 0$.

4. De ce qui précède nous concluons que, s'il y a retard de marée, deux cas peuvent se présenter :

1° *Le minimum de surface apparente a lieu pendant l'éclipse,* ce qui correspond à un retard de marée voisin de 10°; *le minimum d'éclat est fortement retardé par rapport à la plus grande surface éclipsée, d'où grande dissymétrie de la courbe.*

(¹) *Untersuchungen ueber den Lichtwechsel des Sternes β Persei.* München, 1889.
(²) *Comptes rendus,* **199**, 1934, p. 834.

2° *Le minimum de surface apparente a lieu après l'éclipse*, ce qui demande un retard de marée supérieur à 30°, le retard du minimum est négligeable. *Il en résulte une dissymétrie trop faible pour être confirmée par l'observation.*

SPECTROGRAPHIE. — *Sur des cannelures au voisinage des raies spectrales dans l'ultraviolet.* Note [1] de M. **F. Duschinsky**, présentée par M. Louis de Broglie.

M. Hulubei [2] décrit un système de bandes très fines au voisinage immédiat des fortes raies spectrales qu'émet un arc au mercure brûlant dans l'eau. Il cite une Note antérieure de Lord Rayleigh [3], qui, à son tour, a observé des franges semblables, plus écartées cependant les unes des autres, et il soutient que celles-ci font partie de son système, où l'écartement moyen est de 0,5 Å environ. J'ai observé à l'aide d'un spectrographe de Schmidt et Haensch, muni de deux prismes en quartz et d'un objectif téléphotographique, et dont la dispersion dans la région de la raie 2537 Å était de 3 Å/mm, des cannelures pareilles, très nombreuses, autour des raies les plus fortes, non seulement d'une lampe à mercure refroidie, mais aussi de presque toute source lumineuse donnant des raies étroites et suffisamment intenses. Elles étaient distantes de 0,18 Å en moyenne.

Pour examiner si ces franges proviennent de la source lumineuse, les environs de la raie de résonance d'une lampe à mercure brûlant dans l'eau ont été photographiés à travers un filtre à vapeur de mercure à différentes pressions. Avec un temps de pose qui, à 46°C. (équivalent à $0^{mm},009$ de pression), permet d'observer le phénomène d'une façon très prononcée, les franges disparaissent au fur et à mesure que la température du filtre augmente. A 127°C., correspondant à une pression de vapeur de $1^{mm},0$, on ne voit plus que les raies 2535 et 2537 Å, et cette dernière très sensiblement affaiblie. Une forte surexposition seulement fait réapparaître les franges les plus intenses, c'est-à-dire celles qui sont le plus près des deux raies.

L'expérience prouve donc que ces cannelures ne proviennent pas de la source lumineuse. Elles constituent vraisemblablement un phénomène

---

(1) Séance du 23 septembre 1934.
(2) *Comptes rendus*, **193**, 1931, p. 154.
(3) *Nature*, **127**, 1931, p. 125.

d'interférence très compliqué, prenant naissance dans les lentilles et prismes à double réfringence du spectrographe. Comme beaucoup de phénomènes d'interférence il ne se produit qu'en lumière assez monochromatique, condition qui est réalisée pour les raies d'un arc au mercure refroidi par exemple, mais non pas pour l'arc au mercure ordinaire.

S'il existe donc des bandes réelles du même aspect au voisinage immédiat des raies envisagées elles doivent être beaucoup plus faibles que les franges parasites et ne seraient observables qu'avec les précautions nécessaires qu'impose l'existence de ce phénomène ([1]).

MAGNÉTOOPTIQUE. — *Sur la proportionnalité des écarts au champ dans l'effet Zeeman de trois niveaux du mercure.* Note de MM. **Gaston Dupouy** et **Pierre Jacquinot**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons cherché à voir s'il existe dans des champs magnétiques de 30000 à 50000 gauss un effet analogue à celui que Kapitza a signalé ([2]) sur la raie 4047 de Hg dans des champs de 130000 gauss. Nous avons fait un certain nombre de clichés d'effet Zeeman des raies

$$4047 - 4358 - 5461 \quad [{}^3S_1 - {}^3P_{0,1,2}]$$

du mercure, au moyen du spectrographe à réseau concave installé à Bellevue, sous l'électroaimant de l'Académie des Sciences; nous avons mesuré pour chacun d'eux le champ magnétique et les écarts.

Les raies étaient produites dans l'entrefer au moyen du dispositif déjà utilisé à Bellevue ([3]) et les champs magnétiques mesurés par une méthode décrite antérieurement ([4]). L'incertitude globale sur les quotients $\Delta\nu/\mathcal{H}$ peut atteindre 1/1000e en valeur relative. Des mesures faites sur ces trois raies il est possible de déduire les valeurs de $\Delta\nu/\mathcal{H}$ pour les niveaux ${}^3S_1$, ${}^3P_1$ et ${}^3P_2$ (pour ${}^3P_2$, $\Delta\nu$ est l'écart des composantes $m = +2$ et $m = -2$). Les résultats sont les suivants :

1° *pour* ${}^3P_1$ *le quotient* $\Delta\nu/H$ *est rigoureusement constant* (moins d'un demi-millième de variation entre 30000 et 50000 gauss).

([1]) Un phénomène pareil de spectres parasites a été signalé récemment par C.-P. Snow et E. Eastwood, *Nature*, 135, 1935, p. 186.

([2]) P. Kapitza et H. W. B. Skinner, *Proc. of Roy. Soc.*, A, **109**, 1925, p. 225-239.

([3]) P. Jacquinot, *Comptes rendus*, **199**, 1935, p. 1603.

([4]) G. Dupouy et R. Jouaust, *J. de Phys.*, 7e série, **6**, 1935, p. 123-134.

2° *pour* $^3S_1$ *et* $^3P_2 \Delta\nu$ *n'est pas proportionnel au champ* : $\Delta\nu/H$ augmente d'environ 8/1000 entre 30000 et 50000 gauss. Les quotients sont toujours entre eux dans un rapport constant à 1,5/1000 près pour les deux niveaux : ceux-ci semblent donc suivre une loi identique qu'il est d'ailleurs actuellement impossible de préciser.

Ainsi donc les figures de décomposition des raies 4358 et 5461 ne restent pas semblables à elles-mêmes lorsque le champ augmente. Dans le sextuplet fourni par 4358 l'écart des composantes 2-5 reste proportionnel au champ, tandis que celui des composantes 1-6 croît un peu plus vite. On voit donc que parmi les trois raies du triplet du mercure seule 4358 peut se prêter aux mesures de champ, dans les domaines encore inexplorés, par l'effet Zeeman, à condition de mesurer les composantes 2 et 5 du sextuplet.

Le fait qu'un des niveaux s'ouvre proportionnellement au champ exclut pour l'anomalie des autres l'hypothèse d'une intervention des termes d'ordre supérieur dans la précession de Larmor, termes qui d'ailleurs ne devraient devenir appréciables que dans des champs beaucoup plus élevés. Il ne s'agit pas non plus d'un effet Paschen-Back, le triplet P étant très large; quant au niveau $^3S_1$ il ne pourrait donner lieu qu'à un effet Paschen-Back d'ordre supérieur, du type signalé sur les raies jaunes de Hg, mais le niveau $^1S_1$ qui appartient à la même configuration électronique est beaucoup trop éloigné (plus de 1500 cm^{-1}).

Signalons encore comme conséquence accessoire de nos mesures la détermination du facteur de Landé du niveau $^3P_1$; $g = 1,493$. Nous reviendrons plus tard sur l'interprétation de ce nombre et sa comparaison avec le nombre $g = 1,482$ donné récemment par Green et Loring (¹).

RAYONS X. — *Émissions* hors diagrammes *nouvelles dans les spectres* Kα *d'éléments compris entre* Cu (29) *et* Rh (45) *inclusivement*. Note de **M. Horia Hulubei**, transmise par M. Jean Perrin.

Siegbahn et Stenström (²) signalèrent les premiers l'existence de raies *hors diagrammes* pouvant être rattachées aux émissions Kα des éléments légers, depuis Na (11) à Zn (30). Ces émissions nouvelles soulevaient un problème théorique important et qui, jusqu'ici, n'a pas encore reçu de solution définitive; elles ont, depuis lors, fait l'objet de nombreuses

(¹) *Phys. Rev.*, 46, 1934, p. 888.
(²) *Phys. Zeits.*, 17, 1916, p. 48 et 316.

recherches expérimentales. Pour les éléments légers, on a signalé l'existence d'une série de raies (α', α_3, α_4, α_5, α_6) situées vers les courtes longueurs d'onde par rapport à α_1; certains de ces satellites ne sont signalés que pour quelques éléments légers, mais le groupe $\alpha_{3,4}$ a été observé jusqu'au Ge (32) (¹) inclusivement; il a été dédoublé jusqu'à Ca (20) (*loc. cit.*) puis jusqu'à Mn (25) (¹). En outre Bäklin (²) a indiqué pour Si (14) que α_3 est lui-même un doublet (α_3, α'_3), observation qui a été étendue des éléments Al (13) à Cl (17) (¹).

Je donne ici mes résultats pour la structure de $K\alpha_{3,4}$ du cuivre et du zinc ainsi que ceux d'une recherche systématique de cette émission pour les éléments plus lourds. Mes expériences montrent que l'on peut suivre $K\alpha_{3,4}$ bien au delà de Ge (32). Je l'ai observé, jusqu'à présent, jusqu'à Rh (45) inclusivement.

Cette étude a été faite à l'aide d'un spectrographe à focalisation de 40^{cm} de diamètre, équipé avec un cristal de quartz (taille Curie) (³) qui donne sur cet appareil une dispersion d'à peu près 5 U.X/mm, dans le premier ordre.

Les substances ont été fixées sur une anticathode de Cu, par frottement sur sa surface rendue rugueuse. Les temps de pose n'ont jamais dépassé 2 heures, mais pour Cu et Zn, par exemple, 10 minutes suffisent pour obtenir une raie mesurable avec sa structure.

Le spectre du rhodium (45) a été obtenu, d'autre part, à l'aide d'un tube à anticathode massive et d'un grand spectrographe de $1^m,50$ de diamètre, déjà sommairement décrit (⁴). Avec un cristal de quartz (taille Curie, épaisseur 1^{mm}), le satellite est nettement mesurable, dans le premier ordre après 1 heure et demie de pose; avec un cristal de mica, dans le deuxième ordre après environ 3 heures. Pour Zr (40), les observations ont été gênées par la parution simultanée du spectre $K\beta$ du strontium, que j'avais comme impureté dans mon appareil; cependant on distingue bien la superposition à $SrK\beta_{1,3}$ de l'émission $K\alpha_{3,4}$ du zirconium.

J'ai pu mesurer un triplet pour $K\alpha_{3,4}$ du cuivre, du zinc et de l'arsenic et un doublet pour les autres éléments jusqu'à Zr (40); mais il apparaît, sur mes clichés, que cette structure est encore plus complexe, ce que l'on s'efforce de préciser dans la suite de cette étude.

(¹) R. Ford, *Phys. Rev.*, 41, 1932, p. 577.
(²) *Zeits. f. Phys.*, 33, 1925, p. 547.
(³) H. Hulubei, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1530.
(⁴) H. Hulubei et Y. Cauchois, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 857.

Le premier, Dauvillier [1] indiqua la structure de doublet de Cu K $\alpha_{3,4}$; des mesures ultérieures de Richtmyer et Taylor [2], à l'aide d'un spectrographe à deux cristaux, confirmèrent les nombres de Dauvillier. Ces nombres se rapportent aux composantes les plus fortes du triplet que j'ai mesuré. D'autres observateurs [3] indiquaient, pour α_3 et α_4 une séparation environ deux fois plus grande que celle des composantes du triplet.

La structure que j'indique pour Zn et les émissions correspondantes de As à Rh inclusivement, n'avaient, à ma connaissance, pas encore été observées jusqu'à présent.

TABLEAU.

Éléments.	λ.	$\frac{\nu}{R}$.	$\frac{\Delta\nu}{R}$ à α_2.	$\sqrt{\frac{\Delta\nu}{R}}$.	
29 Cu........	1531,6	594,98	3,72	1,93	α_3 Cu métal
»	1530,8	595,29	4,03	2,01	α'_3 »
»	1529,9	595,64	4,38	2,09	α_4 »
30 Zn........	1427,1	638,54	3,96	1,98	α_3 Zn métal
»	1426,4	638,85	4,27	2,06	α'_3 »
»	1425,6	639,21	4,63	2,15	α_4 »
33 As........	1169,7	779,06	5,11	2,26	α_3 As élément
»	1169,1	779,46	5,51	2,35	α'_3 »
»	1168,2	780,06	6,11	2,47	α_4 »
34 Se........	1098,5	829,56	6,01	2,45	α'_3 Se élément
»	1097,8	830,09	6,54	2,56	α_4 »
35 Br........	1034,0	881,30	6,48	2,54	α'_3 KBr
»	1033,2	881,99	7,17	2,68	α_4 »
37 Rb........	920,8	989,64	7,41	2,72	α'_3 RbCl
»	919,9	990,61	8,38	2,89	α_4 »
38 Sr........	870,7	1046,59	8,24	2,87	α'_3 $SrCl^2$
»	869,7	1047,80	9,45	3,07	α_4 »
39 Y	824,5	1105,23	9,05	3,01	α'_3 oxyde
»	823,7	1106,31	10,13	3,18	α_4 »
45 Rh........	609,6	1494,86	16,42	4,05	α_4 Rh métal

Les mesures faites par d'autres auteurs, pour les éléments légers avaient conduit Richtmyer [4] à penser que les raies α « hors diagrammes » devaient plutôt s'apparenter à α_2 qu'à α_1.

L'étude des graphiques se rapportant à la variation de $\Delta\nu/R$ et $\sqrt{\Delta\nu/R}$,

---

(1) *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 443.
(2) *Phys. Rev.*, 36, 1930, p. 1044.
(3) Du Mond et Hoyt, *Phys. Rev.*, 36, 1930, p. 799.
(4) *Jour. Frank. Inst.*, 208, 1929, p. 325.

relatifs à $K\alpha_2$, avec Z, sur lesquelles j'ai porté les valeurs données pour les éléments légers par les auteurs cités, ainsi que mes valeurs, m'a conduit à adopter la désignation des raies que l'on trouve dans le tableau, et que je considère, pour le moment, comme la plus probable.

Mes nombres, pour les éléments plus lourds, ne confirment pas la variation linéaire de $\sqrt{\Delta\nu/R}$ avec Z, indiquée par Richtmyer (*loc. cit.*).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude cryoscopique de l'hydratation globale des ions du bromure de sodium.* Note de Mlle **O. Hun**, présentée par M. G. Urbain.

Dans ce travail nous avons cherché à déterminer l'hydratation globale des ions du bromure de sodium en solution, ceci en vue de compléter des recherches analogues effectuées par M. F. Bourion et ses collaborateurs [1].

Pour étudier les solutions BrNa 1 M et 0,5 M nous avons dissous dans ces milieux des quantités croissantes de résorcine allant de 1,25 M à 2 M pour BrNa 1 M, de 0,25 M à 2,5 M pour BrNa 0,5 M et déterminé les abaissements cryoscopiques de la résorcine dans ces mélanges ternaires. Les résultats expérimentaux ont permis de constater l'existence d'équilibres entre molécules de résorcine simples et triples. Admettant, ainsi qu'il a été fait dans les études précédentes, que le comportement de la résorcine n'est pas troublé par la présence du sel, nous avons déterminé k', constante cryoscopique apparente du milieu, de façon que la constante d'équilibre K_3 ait la même valeur que dans l'eau.

La relation employée pour le calcul de K_3 est

$$K_3 = \frac{c^3}{c'} = \frac{3C^2(330\Delta - ak')^3}{4k'^2a^2(3ak' - 330\Delta)},$$

où, a est la masse de résorcine dans 100^g d'eau, c, c' les concentrations des molécules simples et triples, C la concentration totale de résorcine évaluée en molécules simples.

Les résultats expérimentaux sont consignés dans le tableau ci-après :

---

[1] F. Bourion, E. Rouyer et Mlle O. Hun, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1015.

Conc.	0,250.	0,375.	0,500.	0,625.	0,750.	0,875.	1M.	1,125.	1,250.	1,375
					BrNa, 1M, $k' = 24,13$.					
Δ	0,598	0,876	1,146	1,413	1,661	1,911	2,160	2,406	2,646	2,886
k_3	1,780	2,130	2,488	2,876	2,939	3,104	3,282	3,402	3,453	3,498
					BrNa, 0,5M, $k' = 21,40$.					
Δ	0,520	0,766	0,996	1,229	1,450	1,673	1,891	2,107	2,321	2,533
k_3	1,535	2,077	2,266	2,667	2,846	3,104	3,265	3,400	3,500	3,565

Conc.	1,500.	1,625.	1,750.	1,875.	2M.	2,125.	2,250.	2,375.	2,500.
				BrNa, 1M, $k' = 24,13$.					
Δ	3,131	3,367	3,611	3,852	4,095	–	–	–	–
k_3	3,580	3,560	3,594	3,578	3,558	–	–	–	–
				BrNa, 0,5M, $k' = 21,40$.					
Δ	2,743	2,949	3,158	3,377	3,587	3,798	4,016	4,238	4,464
k_3	3,591	3,569	3,551	3,608	3,565	3,510	3,490	3,467	3,449

On voit que, pour la solution 1M, à $k' = 24,13$ correspond une valeur moyenne de K_3 égale à 3,500 dans l'intervalle de concentration en résorcine s'étendant de 1M à 2M. De la valeur de k' nous déduisons l'hydratation globale des ions de BrNa en solution 1M, à l'aide de la relation

$$n = \frac{k' - k}{k'} \times \frac{P}{18},$$

où k désigne la constante cryoscopique de l'eau pure, P le poids d'eau contenu dans un litre de solution, n le nombre de molécules d'eau fixées par une molécule de BrNa en solution 1M. Nous avons obtenu

$$n = 12,9\,H^2O.$$

Pour la solution BrNa 0,5M, à $k' = 21,41$ correspond pour les concentrations en résorcine allant de 1M à 2,5M une valeur moyenne de $K_3 = 3,489$, à $k' = 21,40$ correspond $K_3 = 3,502$. On calcule par extrapolation la valeur de k' pour laquelle $K_3 = 3,500$ et l'on en déduit que la molécule de BrNa en solution 0,5M fixe 15,3 molécules d'eau.

L'hydratation des ions du chlorure de sodium déterminée par la même méthode [1] a été trouvée égale à 13,2 en solution 1M et à 15,6 en solution 0,5M, valeurs légèrement supérieures à celles obtenues pour BrNa.

---

(1) F. BOURION et Mlle O. HUN, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1439.

L'hydratation de l'ion Br serait donc un peu plus faible que celle de l'ion Cl. La même remarque a déjà été faite en ce qui concerne les hydratations respectives de ClK et BrK [1].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Chaleur de dilution du chlorure de cadmium.* Note de Mlle **Marguerite Quintin**, présentée par M. Georges Urbain.

J'ai donné [2] les résultats relatifs à l'étude de la chaîne

(1) Cd(amalgame 2 phases); $CdCl^2$, m/AgCl; Ag

et indiqué que, pour chaque concentration m, la courbe représentant les variations de la force électromotrice (f. e. m.) E en fonction de la température absolue T est constituée par deux droites de coefficients angulaires nettement différents; ce qui peut être expliqué par la superposition, dans un certain domaine de concentration et de température, à la réaction normale

(2) Cd(s. sat. de Hg) + 2AgCl(s.) = $CdCl^2$(diss. à conc. m) + 2Ag(s.)

d'une deuxième réaction qui serait peut-être la formation d'un sel double ou d'un ion complexe.

La chaleur $-\Delta H$ de la réaction qui se produit lorsque le courant passe est à la concentration considérée, donnée par la formule de Gibbs-Helmholtz,

$$-\Delta H = n\mathcal{F}\left(E - T\frac{\partial E}{\partial T}\right). \quad (3)$$

Le tableau ci-dessous reproduit les valeurs calculées à partir des résultats expérimentaux pour lesquels $T > T_A$ [T_A représentant l'abscisse du point de rencontre de chaque couple de droites $E = f(T)$]; ce sont ceux qui paraissent correspondre à la réaction normale (2) :

m(mol-g pour 1000g eau)	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001	0
$-\Delta H$(cal-g/mol-g)	30710	31070	31430	31560	31610	31560	31530	31410
$\bar{L}_2$(cal-g/mol-g)	−700	−340	+20	+150	+200	+150	+120	0
V_m(cal-g/mol-g)	−300	−50	+120	+160	+145	+105	+70	0

---

(1) F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1111; F. Bourion et Mlle O. Hun, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1921.

(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1579.

Or la chaleur de formation de $CdCl^2$ dissous (1) est à partir de ses éléments, égale à 96 250^cal par mol-g, celle de AgCl solide (2) à 29 380^cal; d'autre part, Parks et La Mer (2) ont déterminé la quantité de chaleur mise en jeu dans le processus : $Cd(s) \rightarrow Cd$ (*s*. sat. de Hg) soit à 25° : 5079^cal; d'après ces données, la chaleur de la réaction (2) est 31 410^cal; ce qui est en parfait accord avec les valeurs obtenues à partir des mesures de f. e. m.

La courbe représentant les variations de $-\Delta H$ en fonction de $\sqrt{6m}$ passe par un maximum pour une concentration assez faible ($m = 0,005$ M environ) aussi l'extrapolation à dilution infinie comporte-t-elle une part d'incertitude. Quoi qu'il en soit, la chaleur moléculaire partielle de dilution $\overline{L_2}$ est calculée par la différence

$$\overline{L_2} = \Delta H_m - \Delta H_0,$$

et la chaleur intégrale de dilution

$$V_m = \frac{1}{m}\int_0^m \overline{L_2}\,dm$$

par intégration graphique à partir de la courbe $\overline{L_2} = \varphi_{(m)}$. Les résultats obtenus sont donnés ci-dessus.

La tangente à l'origine de la courbe de variation de $\overline{L_2}$ en fonction de $\sqrt{6m}$ a bien la pente prévue par la théorie de Debye (pour $m \rightarrow 0$, $\overline{L_2} \rightarrow 1242\sqrt{6m}$). Mais la courbe passe par un maximum et finit par traverser l'axe des abscisses, la chaleur de dilution devenant négative pour des concentrations un peu élevées. Or, Gross (3), Halpern (4) et Bjerrum (5) ont montré que l'on pouvait s'attendre à trouver des chaleurs de dilution négatives dans les électrolytes pour lesquels le coefficient de température da/dT du rayon ionique a était positif. Et j'ai effectivement observé expérimentalement (6) que dans le chlorure de cadmium le rayon a croît avec la température de façon très notable.

---

(1) THOMSEN, *J. prakt. Chem.*, 2e série, 11, 1881, p. 416.

(2) *J. Am. Chem. Soc.*, 56, 1934, p. 90.

(3) P. GROSS, *Ber. Akad. d. Wiss. Wien*, II b., 136, 1927, p. 243.

(4) P. GROSS et O. HALPERN, *Physik. Z.*, 26, 1925, p. 403.

(5) N. BJERRUM, *Trans. Farad. Soc.*, 23, 1927, p. 145.

(6) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1754.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Forces électromotrices dues aux confrontations de métaux dans la gélatine et importance de l'effet Volta dans les piles.* Note de M[lle] **Suzanne Veil**, présentée par M. Georges Urbain.

De précédentes études ([1]) ont mis en évidence la génération de forces électromotrices dans la gélatine du seul fait d'une hétérogénéité, provoquée en particulier par une occurence de conducteur étranger. A cause de l'inertie relativement grande du gel, les piles construites par ce procédé se rapprochent plus ou moins des piles de contact théoriques, antérieurement définies. La détermination de leur force électromotrice, fonction des individus chimiques engagés, offre l'intérêt de laisser soupçonner l'importance, dans les piles ordinaires, de l'effet Volta proprement dit. Cette détermination de force électromotrice a été présentement abordée par mesures en circuit ouvert à l'électromètre, dans le cas peu compliqué d'une confrontation de métaux dissemblables à travers gélatine, c'est-à-dire d'une chaîne ne mettant en œuvre que deux sauts de potentiel interfaciaux.

Les confrontations sont commodément pratiquées dans des tubes en U, dont le fond est pourvu d'un petit index de gélatine. Les métaux, utilisés sous forme de fils, sont enlisés dans le gel de chacune des branches du tube en U, tandis que par leur autre extrémité, ils sont connectés aux paires de quadrants respectives d'un électromètre. Les expériences ont concerné l'opposition au platine de quelques métaux du commerce. Elles ont conduit à des forces électromotrices entièrement comparables à celles des piles ordinaires. Les métaux examinés se sont classés selon la séquence

$$\mathrm{Zn} < \mathrm{Cd} < \mathrm{Fe} < \mathrm{Pb} < \mathrm{Ni} < \mathrm{Cu} < \mathrm{Pt},$$

dont chaque terme joue le rôle de pôle négatif à l'égard du suivant. Pour la confrontation zinc-platine, la force électromotrice mesurée entre le zinc (pôle négatif) et le platine (pôle positif) est voisine de celle de l'élément Weston.

Comme dans toutes les expériences faisant intervenir l'effet Volta, les mesures sont perturbées par des forces électromotrices parasites, issues elles-mêmes, sinon d'actions chimiques rapides entre gel et métal, du moins de processus interfaciaux du genre de ceux signalés par Procopiu et

([1]) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1318 et 2013.

Umanschi (¹) à propos du fer plongé dans l'eau. A titre d'indication, on trouvera ci-après les résultats moyens d'une série d'expériences exécutées dans des conditions aussi identiques que possible, et qui fixeront les idées sur les ordres de grandeur obtenus avec le gel et les échantillons métalliques considérés.

Métal opposé au platine..........	Zinc.	Cadmium.	Fer.	Plomb.	Nickel.	Cuivre.
F. E. M. en volts...........	1,01	0,72	0,59	0,54	0,28	0,22

L'argent et l'or, confrontés au platine, fournissent des valeurs d'un ordre de grandeur trop proche de celui des erreurs expérimentales pour donner lieu à des mesures significatives. L'aluminium échappe à toute détermination, vraisemblablement à cause d'un enrobage d'oxydation, dès l'immersion du métal dans le gel.

L'ordre de grandeur des résultats numériques obtenus suggère que, dans les piles ordinaires, la considération des effets Volta ne saurait être systématiquement négligée. La conclusion conduit à la présomption de phénomènes de contact primordiaux à l'origine de toutes autres forces électromotrices, lesquelles alors ne se présenteraient que comme phénomènes nettement secondaires, en dépit de l'étendue éventuelle de leur développement.

D'un point de vue plus pratique, les essais de métaux à l'électromètre dans un milieu semi-conducteur tel que la gélatine sont susceptibles de conduire à des résultats suffisamment distincts les uns des autres pour être utilisés en vue de discriminations qualitatives, par exemple à propos de deux métaux chimiquement voisins tels que le zinc et le cadmium. La méthode offre le double avantage d'être immédiate et de respecter approximativement l'échantillon en examen. On peut encore envisager son application, sous conditions appropriées, à un examen systématique des alliages.

PHYSICOCHIMIE. — *Spectre Raman de l'anhydride azotique.* Note (²) de M. **Jean Chédin**, transmise par M. Charles Fabry.

Dans une Note précédente nous avions attribué à la présence de l'anhydride azotique N^2O^5 les fréquences Raman 1045 et 1398 cm⁻¹ qui appa-

(¹) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1395.
(²) Séance du 23 septembre 1935.

raissent dans les spectres des mélanges sulfonitriques concentrés et des solutions de N^2O^5 et de P^2O^5 dans l'acide nitrique absolu. Depuis, nous avons eu connaissance des travaux récents de Susz et Briner dont les conclusions sont identiques aux nôtres. En outre, signalons qu'ayant repris l'étude de ces clichés, nous avons constaté qu'une troisième fréquence faible (1110 cm^{-1}) se renforce quand on dissout dans HNO^3 des quantités croissantes de N^2O^5. Il en résulte que N^2O^5, en solution dans NO^3H ou SO^4H^2 ou leur mélange, serait caractérisé par les raies Raman ayant comme fréquences 1045, 1110 et 1398 cm^{-1}.

Nous avons pris des spectres de N^2O^5 en solution dans le chloroforme et le tétrachlorure de carbone. N^2O^5 est redistillé dans un courant d'ozone juste avant dissolution. On opère sur un tube contenant environ 20^{cm^3} de liquide, placé dans un vase de Dewar refroidi vers $-5°$ pour les solutions dans CCl^4 et vers $-15°$ pour les solutions chloroformiques. Le triplet bleu du mercure sert à l'excitation, les radiations de plus faible longueur d'onde étant arrêtées par une solution saturée de nitrite de soude. Durée des poses : 24 et 48 heures avec une fente de $0^{mm},08$. Les solutions sont changées toutes les 8 ou 12 heures selon l'importance du jaunissement dû à la formation de NO^2.

Les divers spectres montrent l'existence de cinq raies n'appartenant pas aux solvants. Les mesures ci-dessous ont été faites avec une précision médiocre (excepté pour les raies 1240 et 1335 cm^{-1}), à cause de la présence d'un fond continu et de la faiblesse des raies.

Valeurs moyennes : 860 (f), 1033 (f), 1110 (f), 1240 (m), 1335 (aF).

La raie 1335 cm^{-1} est particulièrement fine ; notons que cette fréquence caractérise N^2O^5 en solution organique dans l'absorption infrarouge (bande d'absorption à 7,5 microns soit 1333 cm^{-1}).

On constate que les spectres de N^2O^5 en solutions organiques (CCl^4, $CHCl^3$) sont très différents de ceux du même corps en solutions minérales (HNO^3 ou sulfonitriques). On en conclut que l'anhydride azotique se trouve dans un état moléculaire différent selon qu'il est dissous dans l'un ou l'autre type de solvants.

Sans vouloir faire d'attributions définitives, observons que les fréquences 1335 cm^{-1} (assez forte, fine) et 1240 cm^{-1} (moyenne, large) se retrouvent dans les spectres de solutions aqueuses de nitrites métalliques. Elles caractérisent l'ion NO^{2-} auquel Langseth et Walles attribuent la forme $\overset{N^-}{O\triangle O}$. Il est donc possible qu'un groupe NO^2 de même structure

existe dans la molécule N^2O^5 en solution organique. Par ailleurs les fréquences 860 et 1033 cm^{-1} sont très voisines des fréquences ω_1 et ω_2 du groupe NO^3.

Des mesures de dépolarisation de raies Raman seraient nécessaires pour pousser plus avant cette analyse.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Une combinaison nouvelle du phénol et de l'aniline.* Note de M. **Pierre Laurent**, présentée par M. Georges Urbain.

J'ai mesuré le pouvoir inducteur spécifique (p. i. s.) de solutions mixtes de phénol et d'aniline dans divers solvants organiques. Une solution de phénol est additionnée d'une solution équimoléculaire d'aniline; le volume total reste invariable. On prend x cm^3 de solution d'aniline et $100-x$ cm^3 de solution de phénol; x est porté en abscisse, et le pouvoir inducteur spécifique (ε) est porté en ordonnée.

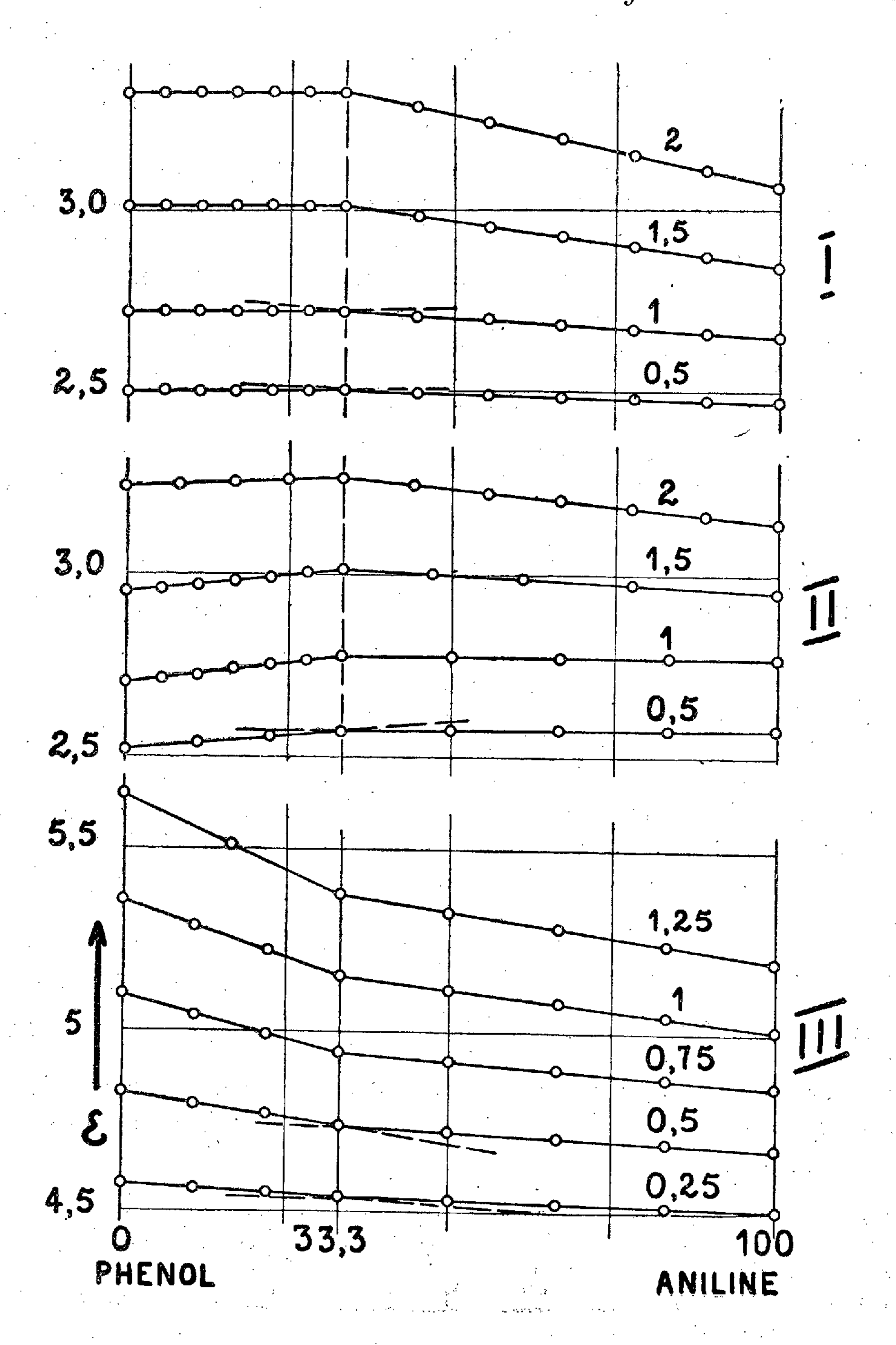
I. Avec le benzène comme solvant, le p. i. s. d'une solution de phénol ne subit tout d'abord aucune variation appréciable par addition d'aniline, puis il s'abaisse régulièrement jusqu'à l'aniline pure. Le graphique (I) est formé de deux droites dont le point anguleux s'accentue à mesure que le titre commun aux deux solutions est plus élevé, mais son abscisse reste fixe : $x = 33,3$ (quatre séries de mesures; titre commun : 2 — 1,5 — 1 et 0,5 mol-g/litre).

II. Avec le tétrachlorure de carbone, le diagramme (II) est encore formé de deux droites dont le point d'intersection a pour abscisse $x = 33,3$ quel que soit le titre commun aux deux solutions.

Le cyclohexane donne des diagrammes analogues à ceux obtenus avec le tétrachlorure de carbone.

III. Les solutions dans l'oxyde d'éthyle donnent des résultats s'accordant avec les précédents. Ici encore, la variation du p. i. s. est représentée par deux droites (III) dont l'intersection a une abscisse fixe, $x = 33,3$. Pour toutes les concentrations considérées (1,25 — 1 — 0,75 — 0,5 et 0,25 mol-g/litre), le p. i. s. de la solution de phénol s'abaisse rapidement par addition d'aniline jusqu'au point anguleux, puis il s'abaisse lentement jusqu'à l'aniline pure.

Le p. i. s. d'une solution de phénol varie donc de façon discontinue par addition d'une solution d'aniline. Le phénomène est représenté par deux droites dont le point d'intersection a une abscisse fixe, indépendante du



3,0
2,5
2
1,5
1
0,5
I
3,0
2,5
2
1,5
1
0,5
II
5,5
5
4,5
ε
1,25
1
0,75
0,5
0,25
III
0
33,3
100
PHENOL
ANILINE

titre commun aux deux solutions que l'on mélange et de la nature du solvant. J'ai d'ailleurs obtenu un résultat identique en utilisant comme solvant du pétrole lampant raffiné (fraction distillant entre 200 et 220° sous 755mm Hg).

L'existence en solution dans le benzène, le tétrachlorure de carbone, le cyclohexane et l'oxyde d'éthyle, d'une combinaison renfermant 1 mol-g d'aniline pour 2 mol-g de phénol est donc caractérisée. Des mesures cryoscopiques s'accordent avec la formule ($C^6H^5NH^2$, $2C^6H^5OH$).

J'ai isolé cette combinaison sous forme de cristaux incolores en plaquettes, fondant à 29°,2, rapidement altérables à l'air avec séparation de phénol et d'aniline.

Une combinaison analogue a été signalée en 1918 ([1]) entre le β-naphtol et la β-naphtylamine, mais son existence a été constestée récemment ([2]).

La combinaison connue sous le nom de phénate d'aniline

$$(C^6H^5NH^2, C^6H^5OH)$$

n'est pas révélée en solution organique par mesure du p. i. s.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le dédoublement capillaire des goudrons.* Note ([3]) de M. **André Léauté**, transmise par M. Georges Charpy.

Il avait été signalé ([4]) que des exsudations jaunes avaient eu lieu sur des routes recouvertes de goudron, additionné de bitume ou de bitume et de filler, et il avait été recherché si ces faits, d'ailleurs exceptionnels, étaient dus à cette addition.

En étudiant l'ascension des goudrons et bitumes dans des tubes capillaires, j'ai observé qu'après un temps variable selon les essais et selon les goudrons, il s'est produit au-dessus de la colonne noire de goudron une colonne jaune clair, dont la hauteur, d'ailleurs irrégulière d'un tube à l'autre, va croissant avec le temps et peut atteindre 20 pour 100 de la hauteur totale. Sauf en de rares occasions, le phénomène ne se produit

(1) Kremann et Strohschneider, *Monatsh.*, 39, 1918, p. 349.

(2) Hrynakowski et Szmytowna, *Z. physik. Chem.*, A, 171, 1934, p. 234.

(3) Séance du 12 août 1935.

(4) Cf. Duriez, *Comptes rendus du Congrès de la route* (*Revue générale des routes*, juin 1934, n° 102, p. 198).

pas du tout pendant les premières heures de séjour des tubes dans l'étuve à 60°, puis s'établit assez brusquement; dans la suite, il arrive aussi que la hauteur de la zone jaune croisse par à coups, évoquant l'idée de vapeurs qui se libéreraient soudainement d'un instable état de liquéfaction.

L'un des goudrons essayés, observé dans 5 tubes capillaires ayant environ $0^{mm},52$ de diamètre, a donné, pour la hauteur de la zone jaune exprimée en millimètres :

8 heures	0	0	0	0	0
24 »	1,62	1,60	2,24	1,03	1,38
72 »	2,71	2,97	3,61	2,25	2,54

Mes expériences conduisent à conclure que les exsudations sont formées par une séparation capillaire que subissent certains goudrons, par eux-mêmes, en dehors de toute intervention de bitume ou de filler, et qu'elles se laissent prévoir au laboratoire par la formation, dans les capillaires, d'une phase jaune au-dessus de la colonne noire de goudron.

La formation de cette phase ne peut être attribuée à l'abandon sur la paroi du tube d'une mince couche de l'huile intergranulaire lors d'une descente provoquée par l'évaporation du goudron. Outre que l'adsorption par le verre doit s'exercer plus énergiquement sur les granules que sur l'huile intergranulaire et qu'on comprendrait mal que celle-ci, d'ailleurs plus fluide, fût retenue par préférence au cours d'une descente, j'ai constaté que le niveau supérieur de la couche jaune, lorsqu'elle se crée, dépasse souvent le niveau antérieur du goudron, et que cette ascension supplémentaire de la phase jaune se poursuit parfois longtemps.

Le phénomène qui s'est produit toujours avec un des types de goudrons expérimentés n'est apparu, avec les autres types, qu'une seule fois, tardivement et sur une faible hauteur. Il n'a jamais été observé sur les bitumes. Sur les goudrons fluxés, les goudrons-bitumes et les goudrons-fillers, il se produit ou non, selon que le goudron qui y entre est ou non, par lui-même, d'un type qui y donne lieu.

La séparation ainsi décelée, qui n'a jamais été constatée qu'en tubes capillaires, constitue un caractère distinctif nouveau des goudrons, lié à leur instabilité, et probablement en rapport étroit avec leur comportement sur la route.

CHIMIE MINÉRALE. — *Deux composés nouveaux de chlorure de titane tétravalent et d'acide chlorhydrique.* Note de MM. **André Chrétien** et **Georges Varga**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons fait une étude, par analyse thermique, sur le système

$$TiCl^4 - HCl.$$

Le diagramme obtenu (*fig.* 1) comporte un liquidus formé de quatre branches; le solidus met en évidence trois arrêts d'eutexie. Le diagramme de Tammann (*fig.* 2) s'accorde avec le diagramme thermique pour montrer que les cristaux déposés sont des composés définis : HCl (branche AB du liquidus), $TiCl^4$ (ED), $TiCl^4$, 6HCl (BC), $TiCl^4$, 2HCl (CD).

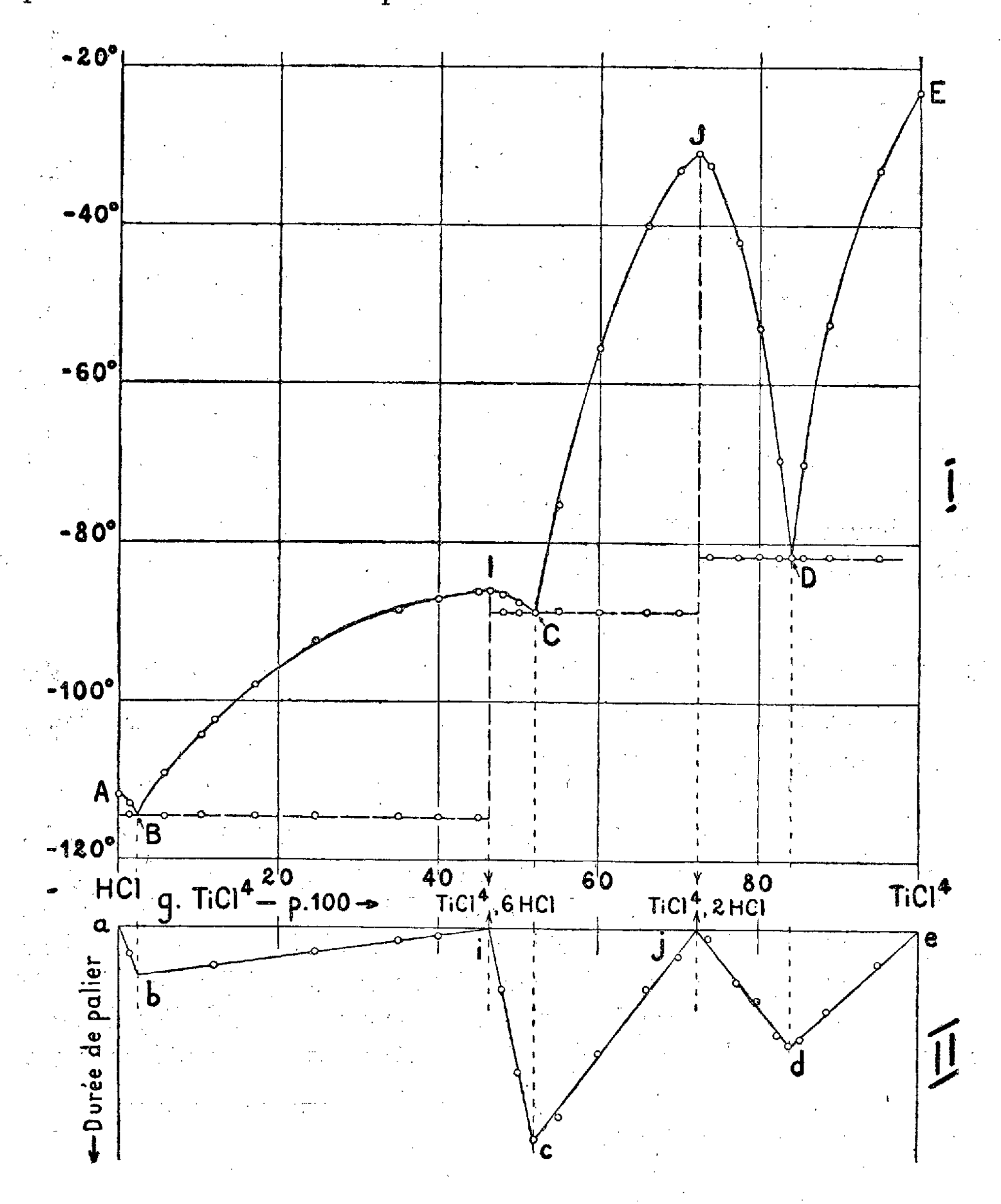
Les mélanges liquides sont tous homogènes.

Le domaine de cristallisation des constituants primaires est limité, dans l'échelle des concentrations centésimales, à 2,4 $TiCl^4$ pour l'acide chlorhydrique, et à 16 HCl pour le chlorure de titane. Par addition d'acide chlorhydrique, la température de fusion du chlorure de titane (— 23°,2) s'abaisse rapidement jusqu'à — 81°,7 (point D). La température de fusion de l'acide chlorhydrique (— 112°,0) s'abaisse seulement à — 114°,6 (point B) par addition de chlorure de titane.

Le composé $TiCl^4$,6HCl se dépose seul pour les mélanges dont la concentration en chlorure de titane s'étend de 2^g,4 à 52^g pour 100. Corrélativement, la température de solidification commençante du liquide s'élève de — 114°,6 à — 86°, puis elle s'abaisse à — 88°,6; un maximum (point I) existe pour le liquide renfermant 46^g,4 $TiCl^4$ pour 100, ce qui correspond à 1 mol-g $TiCl^4$ pour 6 mol-g HCl. Pour ce liquide, la température de solidification reste fixe (— 86°); les cristaux déposés ont la même composition que le liquide générateur. La combinaison $TiCl^4$,6HCl fond donc sans décomposition. I est un point indifférent.

Le domaine de cristallisation du composé $TiCl^4$,2HCl s'étend de 52 à 84^g $TiCl^4$ pour 100. Ces limites correspondent à deux températures d'eutexie voisines : — 88°,6 (point C) et — 81°,6 (point D). Entre elles, le liquidus présente un maximum aigu (point J) : température — 30°,8, composition 72^g,3 $TiCl^4$ pour 100, soit 1 mol-g $TiCl^4$ pour 2 mol-g HCl. Par

suite, la combinaison $TiCl^4,2HCl$, comme la précédente, fond sans décomposition. J est un deuxième point indifférent.



En résumé, nous avons établi l'existence de deux composés cristallisés à fusion congruente : $TiCl^4$, $6HCl$ et $TiCl^4$, $2HCl$. Ce dernier correspond

aux « chlorotitanates »; son existence en solution aqueuse a été envisagée à différentes reprises, mais non démontrée ([1]), ([2]), ([3]). Le composé $TiCl^4$, $6HCl$ est d'un type nouveau.

La technique utilisée comporte certaines innovations; elle sera décrite ailleurs. Le gaz chlorhydrique est pesé après solidification dans un tube collecteur partiellement immergé dans de l'oxygène liquide ([4]). La masse réelle s'obtient en retranchant de la masse apparente la diminution de la poussée pendant la pesée; la correction est proportionnelle au temps avec l'appareil adopté. La précision de la pesée est de 0,07 pour 100 pour des masses pouvant varier de 0,5 à 40^g. Le chlorure de titane, purifié soigneusement, est distillé à l'abri de l'humidité dans un tube mesureur gradué au 1/20e de centimètre cube.

La température est repérée par un couple convenable relié à un galvanomètre enregistreur. Un dispositif comportant un potentiomètre de précision permet de conserver une même position de zéro quel que soit l'intervalle de température considéré, et par conséquent d'utiliser toujours le maximum de sensibilité. Les températures sont ainsi déterminées avec une précision de 1/10e de degré.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation générale des N-carboxéthylcétimines* $\frac{R}{R'}\!>C=N-COOC^2H^5$. Note de M. **Joseph Hoch**, présentée par M. Marcel Delépine.

Un seul dérivé N-carboxéthylé d'une cétimine avait été, à ma connaissance, décrit jusqu'à ce jour. C'est la N-carboxéthylimine de la butyrophénone $(C^3H^7)(C^6H^5)C=N-COOC^2H^5$ obtenue par Moureu et Mignonac ([5]) en faisant agir le chlorocarbonate d'éthyle sur le complexe magnésien de l'imine de la butyrophénone $(C^3H^7)(C^6H^5)C=NMgBr$ (préparée à son tour par action du C^3H^7MgBr sur le benzonitrile). Comme cette méthode ne donne que des rendements assez faibles (35 pour 100

(1) Koenig et Pfordten, *Ber. d. chem. Ges.*, 21, 1888, p. 1708.
(2) Kowalewsky, *Z. anorg. Chem.*, 25, 1900, p. 189.
(3) Schwarz et Meyer, *Z. anorg. Chem.*, 166, 1927, p. 193.
(4) A. Chrétien et G. Varga, *Bull. Soc. chim.* (P. V), 2, 1935, p. 946.
(5) *Ann. de Chim.*, 9e série, 14, 1920, p. 347.

environ) et comme par ailleurs elle n'est pas applicable dans toutes les séries (dans la série cyclanique par exemple), je me suis proposé d'en chercher une autre, plus avantageuse et plus générale. J'ai réussi à préparer ces composés, tant dans la série grasse que dans la série alicyclique et cyclanique, souvent avec d'excellents rendements, en condensant les diéthylacétals des cétones avec l'éthyluréthane, entre 100-190°, en présence d'une trace de chlorhydrate d'aniline

$$\begin{matrix} R-CH^2 \\ R' \end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix} OC^2H^5 \\ OC^2H^5 \end{matrix} + H^2N-COOC^2H^5$$

$$= \begin{matrix} R-CH^2 \\ R' \end{matrix}\!\!>C=N-COOC^2H^5 \rightleftharpoons \begin{matrix} R-CH \\ R' \end{matrix}\!\!>C-NH-COOC^2H^5 + 2C^2H^5OH.$$

Le mode opératoire qui m'a donné les meilleurs résultats est le suivant : dans un ballon à distiller, muni d'une haute colonne, j'ai placé le mélange d'une molécule de diéthylacétal d'une cétone grasse, arylaliphatique ou cyclanique, d'une molécule et demi d'éthyluréthane bien sèche et de $0^{gr},2$ de chlorhydrate d'aniline, puis j'ai porté la température du mélange très doucement jusqu'à 190°. Le début de la réaction, qui semble commencer vers 105-110°, se reconnaît à l'ébullition de l'alcool formé. En continuant d'élever la température, l'alcool s'élimine au fur et à mesure de sa formation. Lorsque la température du mélange atteint 190° on arrête immédiatement le chauffage. Le résidu est ensuite fractionné dans le vide sans aucun traitement préalable. La présence du chlorhydrate d'aniline n'est pas indispensable, mais en son absence des réactions secondaires abaissent notablement les rendements.

J'ai préparé ainsi les N-carboxéthylimines : de la propione $(C^2H^5)^2:C=N.COOC^2H^5$, P. E. 105-106° sous 20^{mm}, R^t, 50 pour 100 (le rendement brut est excellent, mais la séparation de l'uréthane entraîne des pertes sensibles); de la butyrone $(C^3H^7)^2:C=N.COOC^2H^5$, P. E. 122-124° sous 18^{mm}, R^t, 80 pour 100; de la méthylnonylcétone $(CH^3)(C^9H^{19}):C=N.COOC^2H^5$, P. E. 170-172° sous 15^{mm}, R^t, 45 p. 100; de la cyclohexanone $C^6H^{10}=N.COOC^2H^5$, P. E. 138° sous 51^{mm}, R^t, 75 pour 100; de la β-méthylcyclohexanone $CH^3.C^6H^9=N.COOC^2H^5$, P. E. 144-145° sous 17^{mm}, R^t, 81 pour 100 et celle de l'acétophénone $(CH^3)(C^6H^5):C=N.COOC^2H^5$, P. E. 162-163° sous 17^{mm}, R^t, 50 pour 100.

Le diéthylacétal de l'acétone ne fournit, dans ces conditions, que très peu de carboxéthylimine de l'acétone, il se fait surtout de l'isopropylidène-*bis*-carbamate d'éthyle $(CH^3)^2:C=(NH.COOC^2H^5)^2$, P. E. 145-155° sous 15^{mm}, P. F. 109°.

Les essais que j'ai faits en vue de préparer ces composés directement à partir des cétones et de l'éthyluréthane, avec ou sans catalyseurs, restèrent sans résultat.

Les N-carboxéthylcétimines ainsi obtenues sont des liquides incolores, doués dans quelques cas d'une faible odeur agréable. ClH dilué les décompose immédiatement à la température ordinaire en cétone et en uréthane. La formation de ces composés dans les conditions décrites s'accompagnent de deux réactions secondaires. La première de ces réactions conduit, par un mécanisme que je n'ai pas pu expliquer, à la cétone correspondant à l'acétal mis en œuvre. En absence de chlorhydrate d'aniline, cette réaction peut devenir la réaction principale. Le deuxième produit accessoire ne se fait qu'en petite quantité, on ne peut l'isoler aisément, à cause des résines auxquelles il se trouve mélangé à la fin de la distillation, des produits bruts de la réaction. Je n'ai étudié ces produits que dans le cas de l'action de l'action de l'uréthane sur le diéthylacétal de l'acétone ou le rendement en cette substance est le plus élevé. C'était l'isopropylidène-*bis*-carbamate d'éthyle.

Le β-éthoxycrotonate d'éthyle (formule I) se condense avec l'uréthane dans les mêmes conditions que les cétals et fournit le N-carboxéthyl-β-aminocrotonate d'éthyle (formule II), P. E. 133° sous 17^{mm}, rendement 85 pour 100.

$$\underset{\text{(I).}}{\begin{array}{l} CH^3.C{=}CH.COOC^2H^5 \\ \quad\;| \\ \quad\; O.C^2H^5 \end{array}} \qquad \underset{\text{(II).}}{\begin{array}{l} CH^3.C{=}CH.COOC^2H^5 \\ \quad\;| \\ \quad\; NH.COOC^2H^5 \end{array}}$$

Les diéthylacétals des aldéhydes réagissent avec l'uréthane de la même façon que les aldéhydes. Ainsi le diéthylacétal de l'aldéhyde anisique $CH^3OC^6H^4.CH(OC^2H^5)^2$ donne exclusivement l'anisilidène-bis-carbamate d'éthyle $CH^3.O.C^6H^4.CH(NH.COOC^2H^5)^2$, P. F. 172° (1).

En résumé l'action de l'uréthane sur les diéthylacétals des cétones constitue une méthode générale de préparation des N-carboxéthylcétimines, dont à ma connaissance un seul terme était connu et permet d'obtenir ces substances avec d'excellents rendements.

---

(1) BISCHOFF, *Ber. d. chem. Ges.*, 7, 1874, p. 1080.

GÉOLOGIE. — *Le Trias supérieur de la bordure occidentale du Tran Ninh (Haut Laos).* Note de M. **Jacques Fromaget**, transmise par M. Charles Jacob.

Dans la région médiane de l'Indochine du Nord, le serrage exercé, au Trias supérieur, sur les deux flancs de l'Indosinia, par le Haut Laos à l'Ouest et par l'arc du Phou Huat à l'Est, a amené la formation d'écailles accompagnées ou non de dépressions subséquentes : golfes peu profonds ou lagunes, dont les directions furent commandées autant par le sens des poussées et par la forme du bord des continents que par l'orientation des éléments les plus figés et par suite les plus résistants de ces socles anciens. L'une des plus profondes de ces dépressions néotriasiques est traversée par la route coloniale de Phu Dien (Annam) à Luang Prabang, aux abords du km 487, dans la zone d'arêtes horizontales constituant la terminaison Ouest, érodée de la vieille pénéplaine pliocène du Tran Ninh.

Voici la coupe relevée, d'Est en Ouest, sur la route coloniale même, suivant un diamètre perpendiculaire à la direction NNE-SSW des couches :

A l'Ouest du sommet 1307, les grès blanchâtres de la base du terrain rouge du Norien moyen et supérieur, légèrement ondulés, viennent se relever sur la série versicolore argilo-gréseuse, surtout violette, nettement plus plissée, qui, à peu de distance de là, plonge brusquement de 70° à l'Ouest sous de nouveaux grès clairs, ferrugineux, semblables aux précédents, mais plus feuilletés, au-dessus desquels commence la succession fossilifère suivante :

1. Grès grossiers, micacés, ferrugineux ($0^m,25$) contenant : *Indopecten* cf. *glabra*, *Myophoria* cf. *Mansuyi*, *Myophoria* nov. sp., ? *Cardium nequam*, *Ostrea*, sp.

2. Alternance de grès violacés schisteux et de grès jaunes (12^m environ), inclinés à 85° vers l'Ouest.

3. Marnes schisteuses, violettes ou brunes, avec empreintes charbonneuses (0,30) et *Myophoria Mansuyi*, *M. inter Mansuyi-napengensis*, *Burmesia lirata*.

4. Grès ferrugineux à grain assez fin et empreintes charbonneuses ($0^m,20$), avec *Myophoria* cf. *Mansuyi* et *napengensis*, *M.* sp. du groupe de *M. elegans*, *Burmesia lirata*, *Palæocardita* cf. *Mansuyi*.

5. Mince couche de limonite.

6. Grès arkoses grossiers, blancs (50^m).

7. Marnes schisteuses violettes (0,50) très fossilifères :

Myophoria cf. *Mansuyi* et *napengensis*, *Cardium nequam* (nombreux), *Hœrnesia* sp. aff. *H. filosa* et *bipartitæformis*, *Gervillia* sp., *Andontophora* sp. aff. *A. Münsteri* et *Ephippium*, ? *Astartopsis Richtofeni*.

8. Grès schisteux jaunes clairs, ferrugineux (0,20), contenant une faune un peu différente de la précédente : *Myophoria* cf. *Wöhrmanni*, *Cardium nequam* (nombreux), *Gervillia* sp. aff. *G. Lœwenighi*, G. sp. aff. *G. inflata* et *socialis*, ? *Myophoricardium lineatum*, *Hœrnesia* sp. aff. *H. filosa*.

9. Grès clairs ferrugineux (0,40).

10. Schistes bruns marneux (0,40), inclinés de 80° à l'Est et contenant : *Myophoria* cf. *Mansuyi*, *Cardium nequam* (nombreux), *Gervillia* sp. aff. *inflata* et *socialis*, *G.* sp. aff. *G. Bouei*, *Hœrnesia* sp. aff. *H. filosa*.

11. 350m de grès clairs ferrugineux avec au début quelques intercalations violettes marneuses à empreintes végétales souvent charbonneuses. Le pendage de cette série, d'abord très incliné à l'Est, n'est bientôt plus que de 30° dans ce sens, au point où celle-ci vient s'appuyer sur une série rouge et violette très plissée, affectée de nombreux crochons, qui, à son tour, se relève avant le km 489 sur des tufs andésitiques et des calcaires constituant un bombement, rompu au Sud, et suivi bientôt, à l'Ouest, par l'écaille de roches vertes et d'Anthracolithique gréso-schisteux du P' ou Soung sous laquelle le Trias paraît disparaître définitivement jusqu'auprès du Mékong.

Cette coupe, qui donne pour la première fois en Indochine une succession du Norien gréso-schisteux littoral ou de mer très peu profonde, à faune de Napeng prédominante, peut, du point de vue stratigraphique, se résumer comme il suit. Au sommet se trouve le Norien fossilifère, disposé en synclinal poussé vers l'Est, passant latéralement au Terrain rouge argilo-gréseux, puis reposant et passant peut-être aussi par sa base à la série versicolore carnienne, laquelle, à son tour, vient directement s'appuyer soit sur les porphyrites ouraliennes, soit sur l'Anthracolithique calcaire ou gréso-schisteux. Quant à la succession des couches fossilifères il semble bien qu'elle soit la suivante de bas en haut :

A, horizon 1, beaucoup plus détritique que les suivants, avec grands Pectinidés (*Indopecten* cf. *glabra*), Huîtres et problématiques *Cardium nequam*, indiquant le début de la trangression et la proximité du rivage.

B^{1-2}, horizons 3 et 4 à *Burmesia lirata*.

C^{1-3}, horizons 7, 8 et 10, caractérisés tous trois par l'abondance de *Cardium nequam* et par des formes de mer un peu plus profonde que celles des couches précédentes, avec *Hœrnesia* et *Gervilia*, et correspondant au maximum de la transgression.

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Un crâne d'*Homo neanderthalensis *de la grotte d'Engis (Liége)*. Note de M. **Charles Fraipont**, présentée par M. Maurice Caullery.

Si le célèbre crâne n° 1 d'Engis, découvert par Schmerling en 1828, a fait couler beaucoup d'encre et été étudié et discuté un peu partout, il n'en est pas de même d'un autre crâne découvert à la même époque et dans la même caverne. Tout ce que l'on en a dit (1) est la simple phrase suivante : *Un autre crâne d'un individu jeune se trouvait sur le fond de cette caverne à côté d'une dent d'Éléphant. Ce crâne était entier jusqu'au moment où je voulus le recueillir; il tomba alors en pièces que je n'ai pu réunir jusqu'à présent, mais j'ai fait représenter les os de la mâchoire supérieure (Pl. I, fig. 5); l'état des alvéoles des dents nous montre que les molaires n'avaient pas encore percé la gencive.* Schmerling reconstitua sans doute plus tard ce crâne, sans la face qui manque, car il figure dans les collections de l'Université de Liége depuis 102 ans.

Il y a quelques jours, j'examinais, avec M. Loth de Varsovie, les collections de mon service; il attira mon attention sur certains caractères primitifs du temporal de ce crâne.

Dès le lendemain, je l'examinai plus attentivement après le départ de M. Loth et je me rendis compte qu'il s'agissait d'un crâne d'*Homo neanderthalensis*, âgé de huit à neuf ans, tout à fait comparable au crâne d'enfant moustérien découvert à la Quina et décrit par le docteur Henri Martin.

Le bon état de conservation de la base du crâne montre nettement la forme et la position du trou occipital et la très faible inclinaison sur l'horizontale de l'apophyse basilaire et toute une série de caractères très primitifs des temporaux, rappelant ceux si bien étudiés par Davidson-Black sur *Sinanthropus (Pithecanthropus) pekinensis*, caractères présents sur le crâne d'enfant de la Quina, atténués chez l'adulte de la même espèce. L'orbite, la forme générale du crâne et ses courbures, le fragment de maxillaire supérieur, tous les caractères sont ceux d'*Homo neanderthalensis* jeune.

Il est intéressant de faire remarquer combien cette constatation augmente la valeur de l'œuvre de Schmerling, inventeur, en Belgique, de la paléontologie humaine, et qui recueillit un type humain moustérien bien des

(1) P.-C. Schmerling, *Recherches sur les ossements fossiles découverts dans les cavernes de la province de Liége*, 1, p. 62, Liége, 1833.

années avant même la découverte du crâne et des ossements de Neanderthal. Je compte bien publier, dans quelques semaines, l'étude et la figuration de cet important fossile, qui complète heureusement ce que nous connaissons déjà de la morphologie de cette espèce pendant l'enfance.

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons solaires (ultraviolets) sur la peau et accumulation de cholestérine.* Note [1] de M. **Angel H. Roffo**, transmise par M. Charles Richet.

J'ai pu démontrer en 1929 que la teneur en cholestérine des diverses régions cutanées varie dans des proportions appréciables, en rapport avec l'intensité des rayons solaires. Mes recherches nouvelles confirment cette action. Ci-après je résumerai plus de 600 déterminations réalisées chez l'homme, les animaux et *in vitro*.

I. *Chez l'homme adulte* j'ai toujours constaté une augmentation considérable de la cholestérine de la peau des régions exposées au soleil, c'est-à-dire une teneur quelquefois de 5 à 7 fois plus forte en cholestérine que dans la peau protégée. Dans la même face, on observe des différences selon le degré d'exposition au soleil de la région; ainsi, la peau du nez, qui est la partie la plus exposée, présente aussi la teneur la plus haute en cholestérine. Le contenu de cholestérine de la peau du front qui est protégée par le chapeau, est comparable à celui du ventre.

Dans la peau du fœtus les différences cholestériniques entre la face et le ventre sont peu accentuées, ce qui est en relation avec l'absence d'une hélio-action. On observe la même chose dans la peau de l'enfant dès les premiers jours de sa vie jusqu'à un an. Après cette époque s'accentue l'augmentation de la cholestérine de la face en rapport avec la vie en plein soleil, qui commence alors. Voici le résumé des résultats de 200 déterminations :

Cholestérinie de la peau pour 100 *de m. s. dans les régions protégées et non protégées.*

	Adultes.	Enfants.	Fœtus.
Peau de la joue	0,675	0,33	0,30
Peau du ventre	0,197	0,23	0,26
Différence	+0,478	+0,10	+0,04

c'est-à-dire que la teneur en cholestérine de la peau de la joue de l'adulte est 3,42 fois plus forte que celle du ventre, tandis que celle de l'enfant n'est que 1,4 et celle du fœtus seulement 1,1 fois plus forte.

(1) Séance du 23 septembre 1935.

II. *Expérimentation.* — Les résultats ci-dessus mentionnés, qui démontrent une hypercholestérinie en relation avec l'hélio-action, m'ont conduit à chercher si ce phénomène peut être reproduit expérimentalement. Ces recherches ont été réalisées sur 600 rats blancs. J'ai entrepris les premières déterminations sur la peau épilée du dos de ces animaux, en extirpant préalablement un morceau d'un côté à titre de contrôle et faisant agir ensuite les rayons sur l'autre côté du dos pendant 10 à 30 jours. Les résultats que j'ai obtenus avec le soleil total et avec les rayons ultraviolets démontrent toujours une augmentation de la cholestérine. Voici les résultats :

Cholestérinie de la peau du dos de rats traités avec les rayons.

	Rayons du soleil.	Rayons U. V.	Animaux à l'obscurité (contrôle).
Peau traitée avec rayons........	1,174	0,303	0,24
Peau de contrôle................	0,601	0,188	0,30
Différence absolue..............	+ 0,573	+ 0,115	— 0,06
Différence pour 100.............	+93	+61	—20

Dans tous les cas on observe une augmentation de la cholestérine après l'irradiation, tandis que chez les animaux maintenus à l'obscurité absolue, il n'y a pas d'augmentation. Au contraire, il se produit en général une diminution de la cholestérine déjà après quelques jours.

Cette expérimentation a été complétée par une autre, réalisée sur un organe dépourvu naturellement de protection, comme est l'oreille du rat blanc. Les déterminations réalisées sur plus de 200 animaux confirment les résultats antérieurs. D'abord on pratique des radiations avec le soleil total, en déterminant préalablement la cholestérinie d'une oreille et après dans l'autre, traitée avec les rayons jusqu'à 103 jours. Chez tous les animaux il y avait toujours une augmentation de la cholestérine dans cette dernière oreille (dans quelques cas 150 pour 100 d'augmentation).

A l'effet de connaître les rayons solaires les plus actifs dans la production de ce phénomène, j'ai fait agir des rayons de différente longueur d'onde. Avec le soleil total, dont la spectrométrie en U.-V. atteint 2000 u. A. et avec rayons U.-V. longs, moyens et courts, j'ai obtenu l'augmentation chlolestérinique la plus haute (+ 66 pour 100) dans l'oreille irradiée.

J'ai constaté que l'action solaire sur la cholestérine s'exerce par les rayons U.-V.; les plus actifs sont les rayons courts qui provoquent l'augmentation la plus notable. Afin de déterminer quelle est la longueur d'onde la plus active des U.-V., j'ai complété les déterminations antérieures, en employant différents filtres. J'ai observé qu'avec les filtres qui ne laissent

pas passer la lumière, mais les rayons U.-V., on obtient la teneur la plus forte en cholestérine. Plus les longueurs d'onde sont courtes, plus prononcée est l'augmentation de la cholestérine.

Les déterminations *in vitro* ont été pratiquées dans un milieu homogène colloïdal, comme le sérum et l'huile d'olive. A l'effet d'éviter toute cause d'erreur, j'ai placé la substance dans un tube en U, en couvrant une branche avec papier noir et fermant hermétiquement les deux extrémités; de cette manière on évite les erreurs provenant des différences de température, d'évaporation, de courant osmotique, etc. Dans l'huile, ainsi que dans le sérum placé dans les tubes de quartz transparents aux rayons ultraviolets, on a constaté dans la branche non protégée par le papier une augmentation de cholestérine.

Ainsi, *sous l'action des rayons solaires et particulièrement des rayons ultraviolets, il se produit un processus d'accumulation locale de la cholestérine.*

PHYSIOLOGIE. — *Anaphylaxie du point de vue de l'altitude* Note de MM. **W. Kopaczewski** et **S. Marczewski**, transmise par M. Charles Richet.

Les variations brusques de la pression atmosphérique ne sont pas sans influence sur l'organisme vivant. Déjà Paul Bert a démontré que les plantes, les mammifères et même les bactéries, soumis à l'action de l'air comprimé, accusent au-dessus de 15^{atm} des changements notables de leurs fonctions physiologiques; en ce qui concerne les animaux, on constate, dans ces conditions, des convulsions qui rappellent celles provoquées par l'injection de la strychnine.

Plus récemment Richet (fils), avec Garsaux et Behague, ont vu l'apparition des convulsions chez les animaux d'expériences et chez l'homme, placés dans un caisson pneumatique permettant de provoquer de brusques dépressions atmosphériques. Marczewski a étudié les modifications sanguines sous l'action de telles dépressions.

Nous nous sommes posé la question suivante : comment répondront les animaux, sensibilisés par l'injection préalable d'une substance protéique, à l'action de dépressions atmosphériques correspondant à 10000^{m} d'altitude.

Nous avons sensibilisé les cobayes par l'injection intrapéritonéale de $1^{cm^3},0$ ou intracardiaque ($0^{cm^3},5$) d'albumine d'œuf, pur exempt de globulines, en concentration de 1,0 pour 100 dans le sérum physiologique. Un

mois plus tard, on éprouve le degré de leur sensibilisation en provoquant un choc par injection intrajugulaire de 1^{cm^3},0 de la même solution d'albumine, mais en concentration de 5,0 pour 100; alors que, chez les animaux normaux non sensibilisés, cette injection ne provoque aucun symptôme appréciable, chez les animaux sensibilisés on constate l'apparition immédiate de démangeaisons, de la dyspnée très forte, des secousses de diaphragme, de l'abaissement de température et des convulsions, en un mot les symptômes d'un choc anaphylactique sévère.

Nous avons placé 18 cobayes sensibilisés et un lot de 9 cobayes normaux non sensibilisés dans le caisson pneumatique de l'aérodrome du Bourget, et nous les avons soumis à une dépression atmosphérique. La cadence de cette dépression a été réglée de telle sorte que toutes les minutes elle correspondait à une ascension de 1000^m dans l'atmosphère. Voici ce que nous avons constaté :

Dépression atmosphérique et état des animaux sensibilisés.

Altitudes (en mètres).	Pression (en mm Hg).	Symptomatologie.
5000........	–	Rien d'appréciable.
6000........	350	Un cobaye présente des convulsions violentes, puis de la dyspnée et se couche sur le côté.
7000........	–	Tous les animaux présentent de l'inquiétude manifeste et des démangeaisons.
8000........	260	Successivement 5 cobayes entrent en convulsions et puis se couchent sur le côté.
9000........	–	Tous les animaux ont de la polypnée; ceux qui présentaient des convulsions restent couchés sur le côté ou sur le dos.
10000........	190	Tous les animaux sont en convulsions sauf ceux qui en ont déjà eu; ceux-ci tremblent, ont de la dyspnée ou restent couchés sur le flanc.

On provoque alors une descente lente : au moment ou l'on arrive à 6000^m (en 3 minutes) tous les animaux se remettent lentement : le seul symptôme qui persiste est la baisse notable de la température centrale — 35°,5 à 37°,0.

Or, tandis que l'on observe chez les animaux sensibilisés cet ensemble des symptômes de choc anaphylactique typique, les animaux normaux, c'est-à-dire ceux qui n'ont point subi de sensibilisation, se sont comportés d'une façon absolument normale; leur température centrale n'a été abaissée que de 0,3°C.

Il s'ensuit donc de cette expérimentation, (répétée deux fois au

Bourget et une fois au Centre médical d'Aviation militaire de Varsovie) que les animaux sensibilisés par une matière protéique répondent par un choc à une dépression atmosphérique accentuée.

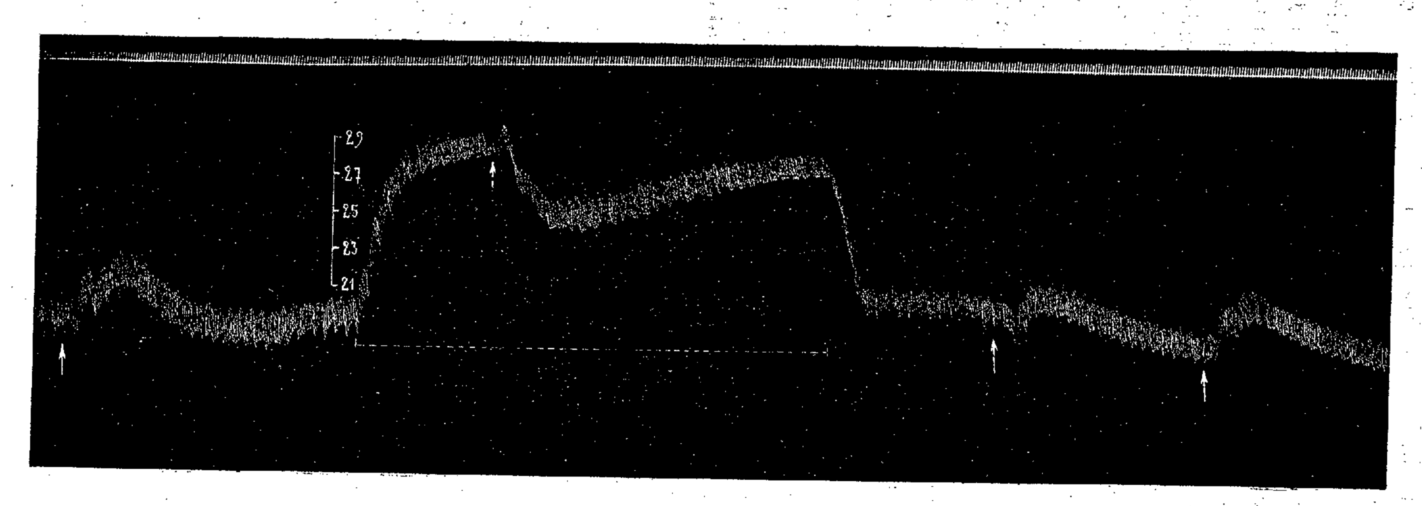
Cette conclusion comporte une indication clinique intéressante : on admet que certains états pathologiques, tels que l'asthme, l'urticaire, l'eczéma et autres, sont l'expression d'un état de sensibilisation ou, comme nous avons proposé de l'appeler en 1923, d'un état de labilisation humorale; par conséquent, les individus atteints de cette instabilité humorale pourraient très bien présenter des états de choc plus ou moins grave à la suite d'une ascension dans l'atmosphère. L'examen des aviateurs à ce point de vue semble donc s'imposer tout particulièrement : la moindre défaillance peut avoir, dans ce cas, des conséquences graves.

PHARMACODYNAMIE. — *Sur l'inversion physiologique des effets hypertenseurs de l'adrénaline.* Note de M. **Raymond-Hamet**, transmise par M. Charles Richet.

On sait que certaines substances, auxquelles il faut, d'après nous, réserver le nom de sympathicolytiques vrais, ont le pouvoir de transformer en une action hypotensive les effets normalement hypertenseurs des doses moyennes d'adrénaline.

On sait aussi qu'en pinçant les deux carotides communes (ou seulement l'une d'entre elles si la circulation a été préalablement interrompue dans l'autre par mise en communication de son bout cardiaque avec le manomètre enregistreur), on provoque une forte hypertension qu'on considère généralement comme la réaction des récepteurs réflexogènes carotidiens à la diminution de la pression à laquelle ces récepteurs se trouvent ainsi soumis.

Nous nous sommes proposé de comparer les effets tenseurs produits par une même dose d'adrénaline avant, pendant et après l'hypertension provoquée par l'occlusion des carotides. Nos expériences nous ont montré qu'une dose de cette amine qui produit normalement un effet hypertenseur net mais modéré provoque, pendant la phase d'hypertension déterminée par l'occlusion des carotides, une chute manifeste et assez durable de la pression artérielle, cependant qu'après la cessation de ce pincement et conséquemment après le retour de cette pression au voisinage de son niveau initial, elle se montre de nouveau hypertensive mais moins fortement qu'au début de l'expérience. Ce n'est qu'avec la deuxième ou la troisième injection prati-



Expérience du 8 août 1935. — Chien ratier à poil ras de 8kg,500, anesthésié par le chloralose (14cg par kg), bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle. 1re ligne : temps en secondes. 2e ligne : variations de la pression carotidienne enregistrées au moyen du manomètre à mercure. A chacun des points marqués par une flèche, on a injecté, dans la saphène, 0mg,015 d'adrénaline dissous dans 1cm³,5 de soluté physiologique de chlorure de sodium puis 5cm³ de ce même soluté. Pendant le temps correspondant à la ligne pointillée, on a pincé la carotide droite. Tracé réduit de moitié.

quée après la désocclusion de la carotide qu'on obtient la même hypertension qu'avant l'occlusion de cette artère.

C'est ainsi que, dans l'expérience dont le tracé est reproduit ici, on a constaté qu'après l'injection de $0^{mg},015$ d'adrénaline à un chien de $8^{kg},500$, anesthésié par le chloralose, bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle, la pression carotidienne s'élevait de 201 à 220^{mm} de Hg, redescendait à 205^{mm}, remontait à 219^{mm}, s'abaissait à 196^{mm} et enfin revenait finalement à son niveau initial. Après que, par pincement de la carotide droite, la pression artérielle eut été portée de 204 à 303^{mm}, l'adrénaline, à la même dose qu'auparavant, n'éleva plus cette pression que de 303 à 307^{mm} de Hg, aussitôt après quoi elle la fit baisser à 260^{mm}, puis la ramena lentement et progressivement à 276^{mm}. Après que la désocclusion de la carotide eut ramené la pression artérielle à 212^{mm} de Hg, l'injection de cette même dose d'adrénaline fit passer ladite pression de 212 à 215^{mm}, puis à 198^{mm}, à 208^{mm} et enfin à 191^{mm}. Une nouvelle injection d'adrénaline, pratiquée un peu après et encore à la même dose, amena la pression carotidienne de 191 à 209^{mm} de Hg, à 203^{mm}, à 213^{mm}, puis à 188^{mm}.

Ajoutons que, dans certains cas, l'adrénaline, devenue hypotensive au cours de la phase d'hypertension artificiellement provoquée, a produit, avant la baisse de pression, une assez forte, mais très peu durable ascension de celle-ci. C'est ce qu'on observe souvent d'ailleurs quand l'adrénaline a été rendue hypotensive par administration à l'animal d'un sympathicolytique vrai.

Ajoutons encore que si, pendant la phase d'hypertension produite par l'occlusion de la carotide, on injecte une dose d'adrénaline beaucoup plus forte que celle qui s'est alors montrée hypotensive, on obtient une hausse marquée de la pression carotidienne, hausse beaucoup plus faible toutefois que celle que cette dose forte provoquait après le pincement de la carotide.

De ces constatations, de nombreuses conclusions peuvent être déduites tant au point de vue de la pharmacologie et de la physiologie qu'à celui de la pathologie et de la thérapeutique humaines.

La séance est levée à $15^{h}25^{m}$.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 OCTOBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** annonce à l'Académie que le tome 199 (juillet-décembre 1934) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'appellation des chronaxies modifiées par action des centres nerveux.* Note de M. **LOUIS LAPICQUE**.

M. Bourguignon [1], ayant reconnu chez l'Homme sain que les chronaxies périphériques sont sujettes à changer suivant diverses circonstances, propose de distinguer les chronaxies *statiques*, celles qu'on observe sur le sujet au repos, et les chronaxies *dynamiques*, qui comprennent toutes les valeurs différentes de celles-là.

Il s'agit d'un phénomène que Mme Lapicque a mis en lumière sur la Grenouille dès 1923, et dont j'ai repris avec elle, en 1928, l'étude systématique [2]; nous avons alors défini, sur les Mammifères et les Batraciens, une *chronaxie de constitution*, propre au nerf séparé des centres, et une *chronaxie de subordination*, essentiellement variable sous l'influence des centres, particulièrement du mésencéphale. Au cours de ces sept dernières années, la chronaxie de subordination a fait l'objet de nombreuses publications, tant cliniques qu'expérimentales, à l'étranger comme en France. C'est

---

(1) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 487.

(2) L. et M. LAPICQUE, *C. R. Soc. Biol.*, 99, 1928, p. 1390.

donc une notion très répandue, comportant un certain nombre de données bien établies. J'ai insisté à plusieurs reprises sur l'importance qu'elle présente pour l'intelligence du mécanisme nerveux, dernièrement encore dans la conférence plénière du XV[e] Congrès international de Physiologie à Moscou (août 1935).

Je m'étonne que M. Bourguignon, dans sa Note, ne fasse pas la moindre allusion à ces travaux qui ont, en grande partie, été publiés à la Société de Biologie dont il est membre. J'ai cru nécessaire d'en rappeler l'existence pour les lecteurs de nos *Comptes rendus*. Mais la présente Note vise moins une question de priorité qu'une question de vocabulaire. Les expressions nouvelles proposées doivent être rejetées, non seulement parce qu'il existe des expressions plus anciennes acceptées et déjà devenues usuelles, mais surtout parce qu'elles prennent le phénomène à contre sens. C'est ma chronaxie de subordination que M. Bourguignon appelle statique, et ma chronaxie de constitution qu'il appelle dynamique. D'après le sens des termes, ce devrait manifestement être l'inverse; l'un de nous deux s'est trompé de qualificatif.

M. Bourguignon ne tient compte que de ses propres observations, portant uniquement sur l'Homme. A l'état de repos, les chronaxies motrices suivent une loi découverte par M. Bourguignon lui-même il y a 15 ans, et à l'intérêt de laquelle j'ai mainte fois rendu hommage; à chaque segment de membre, les fléchisseurs d'une part, les extenseurs de l'autre, présentent des chronaxies nettement différentes, généralement dans un rapport voisin de 2 ou de 1/2. C'est cela que M. Bourguignon appelle des chronaxies statiques. Mais l'expérimentation sur les animaux, où l'on retrouve la même loi, nous a montré, en 1928, que cette différence est supprimée par section du nerf ou par section du bulbe, ou encore par l'anesthésie profonde; on voit alors la chronaxie la plus petite augmenter de façon à égaler sensiblement la plus grande. Nous avons donné de ce phénomène l'interprétation suivante qui paraît s'imposer : l'un des systèmes de nerfs a, normalement, sa chronaxie diminuée par action des centres encéphaliques.

Ceci à l'état de repos. Mais un animal éveillé est toujours prêt au mouvement; or on ne peut, théoriquement, concevoir la coordination d'un mouvement sans une différence de chronaxie entre neurones antagonistes, différence qui doit d'ailleurs être réversible pour permettre tantôt la flexion et tantôt l'extension. C'est cet état de préparation qui nous apparaît dans les neurones médullaires subordonnés aux neurones encéphaliques. La

différenciation, dans tous les cas nettement constatés jusqu'ici, s'accomplit par diminution de chronaxie de l'un au moins des systèmes. Le mécanisme physicochimique de cette diminution a été élucidé expérimentalement par un beau travail de Monnier et Jasper (¹); il s'agit d'un accroissement de la charge électrique positive que tout nerf porte normalement.

Les faits envisagés par M. Bourguignon s'accordent parfaitement avec cette conception. Ainsi, au bras, le fléchisseur (biceps) présente normalement une chronaxie deux fois plus petite que l'extenseur (triceps); donc, pour nous, à l'état de repos, cette chronaxie est diminuée par subordination. Or M. Bourguignon a constaté, dans une expérience d'ailleurs importante et dont j'ai explicitement signalé l'intérêt, que la contraction volontaire du triceps fait doubler cette chronaxie. Je traduis : supprime la subordination. Mais M. Bourguignon constate d'autre part que la contraction volontaire du biceps ne change rien à la chronaxie du triceps; il cherche à expliquer ces comportements opposés par des considérations assez vagues et d'ailleurs gratuites sur une différence de tonus entre les deux muscles. On se rend compte facilement que la subordination n'étant pas présente sur le triceps ne peut être supprimée.

Revenons maintenant à la question vocabulaire.

M. Bourguignon appelle *statiques* les chronaxies qui résultent d'une activité des centres nerveux et *dynamiques* celles qu'on retrouve après suppression de cette activité. Cela ressort de la comparaison de ses observations sur l'Homme avec l'expérimentation, qui permet une analyse des phénomènes impossible dans le premier cas; mais, en outre, on trouve dans ses propres observations une circonstance bien caractéristique. Dans le sommeil naturel, la différence de chronaxie des antagonistes disparaît. Il n'hésite pas à classer explicitement ce cas, d'ailleurs fort intéressant par lui-même, dans les chronaxies dynamiques. Je pense qu'on trouvera comme moi franchement choquant de voir qualifier le sommeil comme condition dynamique par rapport à l'état de veille.

En conclusion, les expressions, *chronaxie statique* et *chronaxie dynamique* doivent être rejetées : 1° au nom de la règle des naturalistes, comme tombant en synonymie devant des expressions antérieures, qui d'ailleurs ont l'usage pour elles; 2° au nom de la logique, comme évoquant des modalités contraires aux processus réels.

(¹) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 2240.

M. **J.-B. Charcot** s'exprime en ces termes :

Les buts de la campagne du *Pourquoi-Pas?* en 1935 étaient :

1° poursuivre les recherches scientifiques entreprises depuis plusieurs années par ce navire dans la mer du Groenland et sur la côte orientale du Groenland;

2° ramener la mission du Musée ethnographique et anthropologique (P.-E. Victor, Dr Gessen, F. Matter, Pérez) installée en août 1934 par le *Pourquoi-Pas?* à Angmagssalik.

Malgré des conditions de glaces extrêmement difficiles, les deux buts furent atteints.

Le *Pourquoi-Pas?* (Dr Charcot, Dr M. Parat, M. M. Thellier et Ch. Devillers) exécuta de nombreux sondages hydrographiques, recueillit de nombreux échantillons biologiques, botaniques, géologiques; effectua des travaux cartographiques; rapporta d'intéressantes observations océanographiques et de physique du globe. Il fut surpris au retour par le cyclone qui ravagea l'Angleterre le 16 septembre et dont le centre passa sur le navire; ce météore exceptionnel fut observé avec soin.

La mission P.-E. Victor réalisa un magnifique travail ayant pendant son année dans le district d'Angmagssalik visité 22 groupements d'Eskimos, interrogé, mensuré, examiné, radiographié, etc., 875 habitants; parcouru 2500^{km} en traîneau et 700^{km} en embarcation; 3600 objets sont rapportés au Musée ethnographique ainsi que 8000 photographies et plusieurs centaines de mètres de film; 800 chansons ont été enregistrées sur disques. Cette mission dont la subvention était dérisoire ne put être effectuée que grâce à la générosité des commerçants et industriels français, le concours du *Pourquoi-Pas?* armé par la Marine et les sacrifices importants consentis par les Membres de la mission eux-mêmes.

M. **Louis Lapicque** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *Quelques progrès récents dans la connaissance du mécanisme nerveux.*

M. **Albert F. Blakeslee** fait hommage à l'Académie de deux Notes intitulées *Chromosome Ends in Datura discolor* (en collaboration avec M. A. D. Bergner) et *Demonstration of Differences between People in the Sense of Smell.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Henri Erhart. *Traité de Pédologie*. Tome I. *Pédologie générale*.

2° José Pedro de Carvalho Lima. *Bacteriologia*.

3° Arthur J. Martin. *The Work of the Sanitary Engineer*.

4° Les feuilles 54 et 58 de la *Geologische Kaart van Java* au $\frac{1}{100000}$.

5° *L'influence espagnole sur le progrès de la science médicale*.

ALGÈBRE. — *Sur les matrices oscillatoires*. Note de MM. **F. Gantmacher** et **M. Krein**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Convenons de dire qu'une matrice $A = \| a_{ik} \|_1^n$ est *complètement positive* (*non négative*), si tous ses mineurs de tous les ordres sont positifs (non négatifs). Cela posé, nous appellerons *oscillatoire* une matrice A complètement non négative, s'il existe un nombre naturel $\aleph$ tel que $A^{\aleph}$ est une matrice complètement positive.

Une analyse assez délicate montre que :

1° *Pour qu'une matrice* $A \equiv \| a_{ik} \|_1^n$ *complètement non négative soit une matrice oscillatoire, il faut et il suffit que le déterminant* $| a_{ik} |_1^n \neq 0$ *et que* $a_{pp+1}\, a_{p+1p} \neq 0$ *pour* $p = 1, 2, \ldots, n-1$. A *étant une matrice oscillatoire*, A^{n-1} *est complètement positive*.

Il est intéressant de noter qu'une *matrice de Jacobi* $A \| a_{ik} \|_1^n$ ($a_{ik} = 0$ pour $|i-k| > 1$) est oscillatoire et n'est telle que lorsque les mineurs principaux $| a_{ik} |_1^p$ ($p = 1, 2, \ldots, n$) ainsi que les éléments a_{pp+1} et a_{p+1p} sont tous positifs; cette condition étant remplie, l'exposant minimal $\aleph$ pour lequel $A^{\aleph}$ est complètement positif est égal à $n-1$.

Il est aisé à voir, que $A = \| a_{ik} \|_1^n$ étant oscillatoire, $A^{\star -1}$ l'est aussi, où $A^{\star} = \| (-1)^{i+k} a_{ik} \|_1^n$. Il résulte aussi de 1° que :

2° *Le produit de deux matrices oscillatoires est aussi une matrice oscillatoire*.

En se servant d'un théorème de M. Perron (¹), on peut établir que :

(¹) *Mathem. Annalen*, **64**, 1907, p. 47 et 261; voir aussi G. Frobenius, *Berlin Sitzb.*, 1er semestre 1908, p. 471-476.

3° $A = \| a_{ik} \|_1^n$ *étant une matrice oscillatoire, les valeurs caractéristiques* λ *de* A *sont toutes positives et simples* ($\lambda_1 > \lambda_2 > \ldots > \lambda_n > 0$).

4° *Les valeurs caractéristiques de* $A = \| a_{ik} \|_1^n (n > 1)$ *et* $A_1 = \| a_{ik} \|_1^{n-1}$ *se séparent.*

5° *La suite de polynomes*

$$\frac{\partial \,|\, a_{ik} - \lambda \varepsilon_{ik} \,|_1^n}{\partial a_{11}}, \quad \frac{\partial \,|\, a_{ik} - \lambda \varepsilon_{ik} \,|_1^n}{\partial a_{12}}, \quad \ldots, \quad \frac{\partial \,|\, a_{ik} - \lambda \varepsilon_{ik} \,|_1^n}{\partial a_{1n}}$$

forme une suite de Sturm.

6° *La suite des coordonnées* $u_{i1}, u_{i2}, \ldots, u_{in}$ *d'un vecteur propre* $\overset{i}{u}$ ($i = 1, 2, \ldots, n$) *de* A *correspondant à* λ_i *a* $i - 1$ *variations.*

Observons, d'ailleurs, que 6° est une conséquence immédiate de 4° et 5°. Mais notre méthode de démonstration de 4°, 5°, 6° nous conduit d'abord à 6° et ensuite à 5° et 4°. Quand à la proposition 6°, nous l'obtenons, à son tour, comme une des conséquences du théorème :

7° *Les vecteurs propres* $\overset{i}{u} = (u_{i1}, u_{i2}, \ldots, u_{in})$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$ *d'une matrice oscillatoire* $A \| a_{ik} \|_1^n$ *ordonnés suivant la grandeur décroissante des valeurs caractéristiques correspondantes, peuvent être choisis de manière que pour tout nombre naturel* $p \leq n$:

$$\begin{vmatrix} u_{1i_1} & u_{1i_2} & \ldots & u_{1i_p} \\ u_{2i_1} & u_{2i_2} & \ldots & u_{2i_p} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ u_{pi_1} & u_{pi_2} & \ldots & u_{pi_p} \end{vmatrix} > 0, \qquad \begin{vmatrix} v_{1i_1} & v_{1i_2} & \ldots & v_{1i_p} \\ v_{2i_1} & v_{2i_2} & \ldots & v_{2i_p} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ v_{pi_1} & v_{pi_2} & \ldots & v_{pi_p} \end{vmatrix} > 0$$

$$\text{pour } 1 \leq i_1 < i_2 < \ldots < i_p \leq n,$$

où la matrice $V = \| v_{ik} \|_1^n$ *est liée à la matrice* U *par la relation* $UV' = \| a_{ik} \|_1^n$. (V' *désignant la transposée de* V). Il faut noter qu'on peut remplacer dans 4° la matrice $A_1 = \| E_{ik} \|_1^{n-1}$ par la matrice $A^{(1)} = \| a_{ik} \|_2^n$. Cela posé, la proposition 4° implique les inégalités $u_{i1} v_{i1} > 0$, $u_{in} v_{in} > 0$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$, ce qui permet d'affirmer :

8° *Les valeurs caractéristiques* $\lambda_1 > \lambda_2 > \ldots > \lambda_n$ *de la matrice oscillatoire* $A = \| a_{ik} \|_1^n$ *satisfont aux inégalités :*

$$\frac{\partial \lambda_1}{\partial a_{ik}} > 0, \qquad (-1)^{i+k} \frac{\partial \lambda_n}{\partial a_{ik}} > 0 \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n)$$

et

$$\frac{\partial \lambda_i}{\partial a_{11}} > 0, \qquad \frac{\partial \lambda_i}{\partial a_{nn}} > 0, \qquad (-1)^{i-1} \frac{\partial \lambda_i}{\partial a_{1n}} > 0, \qquad (-1)^{i-1} \frac{\partial \lambda_i}{\partial a_{n1}} > 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

Les propositions 3°, 4°, 6° présentent certaines analogies avec celles de la théorie des noyaux de Kellog (¹).

On peut montrer qu'une série de problèmes de la théorie des vibrations des systèmes mécaniques élastiques à n degrés de liberté se ramène à l'analyse spectrale des matrices oscillatoires symétriques.

THÉORIE DE LA MESURE. — *Sur la dérivation abstraite des fonctions d'ensembles.* Note de M. **René de Possel**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Considérons un *espace mesuré :* ensemble $\mathfrak{C}$ dans lequel il existe une *mesure m*, fonction d'ensemble possédant les propriétés suivantes :

1° les ensembles pour lesquels m est définie forment une *tribu* (²) $\mathfrak{T}$, et sont dits *mesurables;*

2° on a $0 \leqq mE \leqq +\infty$;

3° l'égalité $E = \sum_1^\infty E_i$ entraîne $mE = \sum_1^\infty mE_i$, si les E_i appartiennent à $\mathfrak{T}$;

4° $\mathfrak{C}$ est la réunion d'une infinité dénombrable d'ensembles mesurables et de mesure finie.

On peut supposer m défini pour tous les ensembles en posant $mE =$ *borne inférieure* mF pour tous les F mesurables et contenant E, mais les propriétés ci-dessus ne sont vraies que pour les ensembles mesurables.

Une propriété d'un point a lieu en *presque tout point* d'un ensemble A si elle est vérifiée en tout point de A sauf aux points d'un ensemble de mesure m nulle.

2. Désignons par $\mathfrak{S}$ un système d'ensembles constitué de la manière suivante :

A tout point p sont attachés des ensembles $V(p)$ mesurables à chacun desquels correspond un nombre positif $r[V(p)]$, et pour tout point p et pour tout ε positif, il existe des $V(p)$ pour lesquels r est inférieur à ε.

(¹) O. D. Kellog, *Journ. of Math.*, 38, 1916, p. 1-5; 40, 1918, p. 145-154; F. Gantmakher, *Comptes rendus des Sciences de l'U. R. S. S.*, 3, 1935 (sous presse); M. Krein, *Comm. de la Soc. Math de Kharkoff*, 4ᵉ série, 12, 1935 (sous presse).

(²) Une *tribu* d'ensembles est une famille qui contient la différence de deux ensembles de la famille, et la réunion d'une infinité dénombrable d'ensembles de la famille. On dit souvent σ-corps, mais il paraît désirable de réserver au mot « corps » son sens algébrique.

Pour une fonction d'ensemble quelconque $\mathfrak{S}E$ définie pour tout ensemble E mesurable, définissons, en tout point p, une *dérivée supérieure* $\overline{D}$ et une *dérivée inférieure* $\underline{D}$ par rapport à m, évaluées avec $\mathcal{S}$, en posant

$$\overline{\Delta}(p, \varepsilon) = \underset{r(V)<\varepsilon}{\text{borne sup.}} \frac{\mathfrak{S}V(p)}{mV(p)}, \qquad \underline{\Delta}(p, \varepsilon) = \underset{r(V)<\varepsilon}{\text{borne inf.}} \frac{\mathfrak{S}V(p)}{mV(p)},$$

puis

$$\overline{D}(p) = \lim_{\varepsilon \to 0} \overline{\Delta}(p, \varepsilon), \qquad \underline{D}(p) = \lim_{\varepsilon \to 0} \underline{\Delta}(p, \varepsilon).$$

F étant un ensemble mesurable quelconque, posons $\mathfrak{S}E = m(F \cap E)$. Les dérivées supérieures et inférieures de cette fonction évaluées avec $\mathcal{S}$ seront appelées les *densités supérieure* et *inférieure* de l'ensemble F au point p.

3. Le but de cette Note est d'énoncer l'équivalence entre les cinq propriétés suivantes dont peuvent jouir les systèmes $\mathcal{S}$.

A. *Étant donné un système $\mathcal{S}_1$ contenu dans $\mathcal{S}$, un ensemble* E *mesurable ou non mais de mesure non nulle, et un nombre positif* ε, *il existe toujours un point p de* E *et un ensemble* $V(p)$ *du système* $\mathcal{S}_1$ *tel que*

$$m[E \cap V(p)] > (1 - \varepsilon)\, mV(p).$$

B. *Étant donné un système $\mathcal{S}_1$ contenu dans $\mathcal{S}$, un ensemble* E *mesurable ou non mais de mesure non nulle, et un nombre positif* ε, *il existe toujours une infinité dénombrable d'ensembles* $V_n(p_n)$ *attachés à des points* p_n *de* E, *et tels que l'on ait*

$$mE = m(E \cap \mathfrak{S}V_n), \qquad \Sigma\, mV_n < mE + \varepsilon.$$

C. *Soit* $\mathfrak{S}$ *une fonction d'ensemble définie pour les ensembles mesurables, complètement additive* [1], *et satisfaisant à l'inégalité* $|\mathfrak{S}E| < K.mE$. *Les dérivées supérieure et inférieure* $\overline{D}(p)$ *et* $\underline{D}(p)$ *de la fonction* $\mathfrak{S}$ *sont presque partout égales, ce sont des fonctions mesurables par rapport à m, et leur intégrale prise sur un ensemble mesurable* E *est égale à* $\mathfrak{S}E$.

$$\mathfrak{S}E = \int_E \overline{D}(p)\, dm = \int_E \underline{D}(p)\, dm.$$

D. F *étant un ensemble mesurable quelconque, les densités de* F *évaluées*

---

[1] *Complètement additive* signifie ici que lorsque $\Sigma|\mathfrak{S}E_i|$ converge, on a

$$\Sigma \mathfrak{S}E_i = \mathfrak{S}(\Sigma E_i).$$

avec $\mathfrak{S}$ sont égales à 1 *en presque tout point de* F *et à* 0 *en presque tout point n'appartenant pas à* F.

E. *Étant donné un ensemble* E *mesurable ou non, mais de mesure non nulle, il existe toujours un point p de* E *où la densité inférieure de* E *évaluée avec $\mathfrak{S}$ est égale à* 1.

On démontre que chacune des propriétés A, B, C, D entraîne la suivante. La première A étant évidemment entraînée par la dernière E, il en résulte l'équivalence annoncée.

Un système $\mathfrak{S}$ qui vérifie ces propriétés sera nommé *système dérivant* pour la mesure m.

4. Considérons un système $\mathfrak{S}$ qui jouit de la propriété de recouvrement $B^{\star}$ que l'on déduit de B en supposant les ensembles V_n étrangers les uns aux autres.

On démontre qu'un tel système vérifie la propriété $C^{\star}$ analogue à C qui s'en déduit en remplaçant la condition $|\vartheta E| < K m E$ par les deux suivantes : ϑ est nulle pour tout ensemble de mesure nulle et est finie pour tout ensemble de mesure finie.

Nous dirons d'un tel système qu'il est *dérivant au sens fort*.

Pour la mesure de Lebesgue du plan, le système $\mathfrak{S}$ obtenu en prenant pour $V(p)$ tous les carrés contenant p et pour r le côté où la surface du carré est *dérivant au sens fort*. Le système obtenu en prenant pour $V(p)$ les rectangles de côtés parallèles à des directions fixes et pour r la diagonale du rectangle est *dérivant* sans l'être *au sens fort*.

Si l'on supprime la condition de parallélisme, le système n'est plus dérivant.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A propos des méthodes de recherche des points singuliers des fonctions définies par des séries de Dirichlet.* Note [1] de M. **Vladimir Bernstein**, transmise par M. Hadamard.

1. M. J. Braïtzeff s'est proposé [2] de trouver une condition nécessaire et suffisante pour que tous les points singuliers de la fonction

$$f(s)=\sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s}, \tag{1}$$

[1] Séance du 23 septembre 1935.

[2] *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 254.

définie par une série de Dirichlet à abscisse de convergence nulle, soient de la forme $-T+2k\pi i\,[T \geqq 0;\ k=0, \pm 1, \pm 2, \ldots]$ (probl. A). Le but de la présente Note est de montrer comment l'une des deux méthodes, dues à M. M. Riesz [1], de recherche des points singuliers des fonctions définies par des séries de Dirichlet permet de résoudre presque immédiatement, aussi bien le problème A, que celui plus général que l'on obtient en y remplaçant $-T+2k\pi i$ par $-T+\gamma_k i$, $\{\gamma_k\}$ désignant une suite quelconque de nombre réels tels que $\lim\limits_{k=\pm\infty}(\gamma_{k+1}-\gamma_k)=k>0$ (probl. B).

La Note de M. Braïtzeff est rédigée de façon peu précise, ce qui peut prêter à quelque confusion. Ainsi, pour que le problème A soit équivalent à celui de trouver une condition nécessaire et suffisante pour que tous les points singuliers de $\theta(z)=\Sigma a_n z^{\lambda_n}$ soient situés « sur le segment $\overline{1, +\infty}$ » (probl. C), il faut interpréter la dernière locution comme « l'ensemble des segments de la surface de Riemann de $\log z$ qui se projettent sur le segment $\overline{1, +\infty}$ du plan des z ». D'ailleurs, de quelque façon que l'on interprète cette locution, la condition donnée par M. Braïtzeff aux lignes 13-15 de la page 255 ne donne pas la solution du problème C (il suffit de penser à la fonction $\theta(z)=1/1-z^\rho$ avec $0<\rho<1$ et ρ irrationnel, pour voir que la condition n'est pas suffisante). Avec l'interprétation précédente, on obtient la solution correcte du problème C (et A), en remplaçant à la ligne 15 les inégalités $l(\pm\pi/2)=0$, $l(\pi)\leqq 0$, par les inégalités $l(2k\pi\pm\pi/2)=0$, $l(2k\pi+\pi)\leqq 0$ $(k=0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$ (cf. § 3 ci-dessous).

2. La méthode de M. M. Riesz à laquelle nous avons fait allusion et qui paraît être moins connue que son autre méthode [2], consiste en ceci. Faisons correspondre à chaque point singulier $s_0=\sigma_0+it_0$ de $f(s)$ la courbe

$$(S) \qquad \sigma-\sigma_0=\alpha\log\cos\frac{t-t_0}{\alpha} \qquad \left(|t-t_0|\leqq\frac{\pi\alpha}{2};\ \alpha=\text{const.}\right),$$

et soit R l'ensemble des points que l'on peut joindre à un point du demi-plan de convergence par une ligne n'ayant pas de points communs avec aucune des courbes S. Si une courbe du type S (avec σ_0 et t_0 quelconques) est tangente au contour de R (et *a fortiori* si un arc de S fait partie du contour), le point σ_0+it_0 est certainement singulier pour $f(s)$ [$f(s)$ étant holomorphe sur la demi-droite $\mathcal{I}(s)=t_0$, $\mathcal{R}(s)>\sigma_0$]. Or, si l'équation du

---

(1) *Acta Math.*, 35, 1911, p. 253.
(2) Voir par exemple V. Bernstein, *Séries de Dirichlet*, Paris, 1933, p. 184-192.

contour de R est $\sigma = \alpha \log \chi_\alpha(t)$, on doit avoir [1]

$$(2) \qquad \chi_\alpha(t) = \overline{\lim_{r=\infty}} \frac{\log\left|\varphi_\alpha\left[\log\left(\frac{1}{r}\right) + it\right]\right|}{r} \qquad \text{avec } \varphi_\alpha(s) = \sum_{n=\infty}^{\infty} \frac{a_n e^{-\lambda_n}}{\Gamma(1+\alpha\lambda_n)}.$$

Il suffit donc de calculer, pour un t quelconque, les nombres $a = \chi_\alpha(t)$ et $b = \chi'_\alpha(t)$ [ou bien $\chi'_\alpha(t-0)$ ou $\chi'_\alpha(t+0)$] [2], pour en déduire, si $a \neq 0$, que le point $\sigma_0 + it_0$ avec

$$\sigma_0 = \sigma - \alpha \log \frac{|a|}{\sqrt{a^2 + \alpha^2 b^2}}, \qquad t_0 = t + \alpha \operatorname{arc\,tang}\left(\frac{\alpha b}{a}\right)$$

est singulier pour $f(s)$; et si $a = 0$, on en déduit de suite que $f(s)$ est holomorphe dans toute la bande $|\mathcal{J}(s) - t| < \pi\alpha/2$.

La puissance de la méthode précédente est d'autant plus grande que α est plus petit; pour déceler, dans le cas général, tous les « sommets de l'étoile horizontale de $f(s)$ », on devra donner successivement à α une suite de valeurs tendant vers zéro. Cette méthode me paraît plus avantageuse que celle de M. J. Braïtzeff parce qu'elle n'introduit que les seules fonctions auxiliaires (2), tandis que la méthode de M. Braïtzeff exige en plus l'introduction, *pour chaque valeur de t*, d'une nouvelle fonction auxiliaire. D'autre part, la méthode de M. Riesz permet de raisonner directement sur le plan, ce qui rend plus improblables des lapsus comme ceux signalés au paragraphe 1. Enfin, pour le problème A, la méthode de M. Riesz donne directement les abscisses des sommets de l'étoile horizontale de $f(s)$ (voir ci-dessous).

3. Maintenant, il est clair que pour que $f(s)$ soit du type requis au problème B, il faut et il suffit, α étant pris non supérieur à k/π, que l'indicatrice $\chi_\alpha(t)$ soit de la forme $A_k \cos(t - \gamma_k)/\alpha$ dans chaque intervalle

$$|t - \gamma_k| \leq \frac{\pi\alpha}{2},$$

et nulle en dehors de ces intervalles. En prenant $\alpha = 1$, on déduit immédiatement de ce résultat [3] que, pour que $f(s)$ soit du type requis par le problème A, il faut et il suffit que l'on ait

$$\chi_1[(2k+1)\pi] = 0, \qquad \chi_1\left(2k\pi \pm \frac{\pi}{2}\right) = 0 \qquad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots);$$

---

(1) Cf. V. Bernstein, *op. cit.*, p. 191.

(2) Ces dérivées existent certainement, car $\chi_\alpha(t)$ est une indicatrice de croissance de fonction du type exponentiel [voir V. Bernstein, *op. cit.*, Chap. VII, formules (34) et (33) et G. Pólya, *Math. Zeitschr.*, 29, 1929, p. 574].

(3) En tenant compte de la définition du domaine R.

en effet, $\chi_1(t)$ sera alors nulle dans les intervalles $|t-(2k+1)\pi|\leqq\pi\alpha/2$, et sera de la forme $\chi_1(2k\pi)\cos(t-2k\pi)$ dans les intervalles complémentaires. L'abscisse du sommet de l'étoile horizontale situé sur la droite $\mathcal{J}(s)=2k\pi$ sera alors $\log\chi_1(2k\pi)$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions minkowskiennes.* Note de M. **Arnaud Denjoy.**

A. Ajoutons ce complément à une théorie moderne de la *continuité* des groupes homographiques G :

Si deux substitutions non involutives appartenant à un même groupe G *ont un point double commun sans que leurs deux autres points doubles coïncident,* G *a un accumulatif.*

Nous dirons que le groupe G est *automorphe*, s'il existe un x non fondamental pour G et tel que l'ensemble $G(x)$ soit isolé.

Soient G et Γ deux groupes automorphes, L, Λ des figures formées respectivement des polygones générateurs, accrus de leurs points d'accumulation, relativement à chacun des deux groupes.

S'il existe une région R *du complémentaire de* L *et une région* ρ *du complémentaire de* Λ *telles que* Λ *n'ait aucun point extérieur à* R, *ni* L *aucun point extérieur à* ρ, *le groupe* H *produit de* G *et de* Γ *est automorphe.*

Si x est dans Rρ, x est isolé dans $H(x)$.

B. Avec Poincaré, considérons les équations solidaires :

$$\frac{d^2u}{dt^2}=f(t)\,u, \tag{1}$$

$$\frac{d^3x}{dt^3}:\frac{dx}{dt}-\frac{3}{2}\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2:\left(\frac{dx}{dt}\right)^2+2f(t)=0 \tag{2}$$

[$x=u_2/u_1$, u_1 et u_2 indépendantes vérifiant (1)].

$f(t)$ est une fonction définie dans un domaine d'existence D parcouru par t, domaine qui peut être une surface de Riemann. Soit $e(f)$ l'ensemble des points de D au voisinage desquels x n'est pas uniforme. [$e(f)$ est inclus dans l'ensemble des singularités de f accru du point à l'infini.] Soit G le groupe des substitutions s'opérant sur x quand t décrit D. On définira entièrement G (parmi les $\sigma G\sigma^{-1}$) en le rattachant à l'intégrale x de (2) déterminée par $x(a)=0$, $x'(a)=1$, $x''(a)=0$ en un point donné a de D où f est holomorphe.

Si G est automorphe, soit E(G) l'ensemble singulier de G. G *est connexe*

dans la région de E(G) *contenant l'origine*. Donc *le groupe automorphe* G *défini par une équation* (2) *n'est pas le groupe le plus général formé de substitutions homographiques*.

Quand G défini par (2) n'admet qu'un nombre fini de substitutions fondamentales, on peut (Poincaré) obtenir G avec une fonction $f(t)$ rationnelle à pôles au plus doubles. [Il serait intéressant d'examiner si dans le cas général, $f(t)$ peut toujours être supposé méromorphe et de quel ordre maximum au sens de Nevanlinna.]

C. G étant un groupe *fuchsien*, [ou simplement automorphe, mais connexe dans une région R de E(G)], nous dirons que y est une fonction *minkowskienne* (simple ou générale) de x parcourant R, si à toute substitution effectuée sur x et appartenant à G correspond *une transformation linéaire ou homographique* pour y.

Nous dirons que $z_1, z_2, \ldots, z_p$, fonctions linéairement indépendantes forment un système *zétaminkowskien* de fonctions de x, définies dans R, si à toute substitution $x'(x)$ de G correspond pour chacun des z_k une substitution linéaire $z'_k = \Sigma A_{mk} Z_m$. Considérons les équations

$$\text{(M)} \qquad \frac{d^2y}{dt^2} = \varphi(t)\frac{dy}{dt},$$

$$\text{(M')} \qquad \frac{d^3y}{dt^3} : \frac{dy}{dt} - \frac{3}{2}\left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2 : \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + 2\psi(t) = 0,$$

$$\text{(ZM)} \qquad \frac{d^pz}{dt^p} + f_1(t)\frac{d^{p-1}z}{dt^{p-1}} + \ldots + f_p(t)z = 0.$$

Les fonctions φ, ψ, f_k étant telles que *les ensembles* $e(\varphi)$, $e(\psi)$, $e(f_{-1}, \ldots, f_{-k})$ *soient tous inclus dans* $e(f)$, si G est défini par (2) où f est rationnel. Soit H le groupe des transformés de y ou des z_k.

Pour que les y, z_k puissent être uniformes, il faut, selon l'expression de Poincaré, que les groupes H, G soient isomorphes, plus précisément, qu'à toute involution d'ordre $p-1$ de G, corresponde dans H une involution d'ordre $q-1$, q étant égal à p ou divisant p. Dans ce cas, les z_k sont zétafuchsiennes. Soient Γ le cercle fondamental de G et Δ la région de Γ où se déplace x.

D. Un problème essentiel est l'*uniformisation de la chaîne* $\theta(x, x')$ *des substitutions* appartenant à G et reliant x à un de ses transformés x', cette chaîne étant définie par la suite $\Pi(x, x')$ des polynomes générateurs Π de G traversés par un chemin $\lambda(x, x')$ joignant x à x' (les successions Π, Π', Π sont exclues). Je ne sais si l'on a remarqué que les sommets « de première

sous-catégorie » de Poincaré peuvent être éliminés du pavage de Δ par les Π, en sorte que tout sommet étranger à Γ est point double d'une involution de G (on peut aussi faire en sorte que sur trois sommets consécutifs d'un Π, il y en ait au moins un, et évidemment deux au plus, séparant deux côtés congruents; on supprime les côtés de la deuxième sorte).

Il faut établir un *système de coupures* Ω *ne divisant pas le plan* et *tel que tout sommet du pavage de* Δ *soit relié par* Ω *à* Γ. Ω est la réunion de coupures L_n deux à deux disjointes aboutissant à Γ. $\Pi(x, x')$ *est déterminé*. Du même coup *les fonctions minkowskiennes* y *et* z_k *correspondant à* G *sont uniformisées par* Ω et les fonctions limites $\eta(u)$, $\zeta_k(u)$ définies par y, z_k quand x tend vers un point u de Γ peuvent être envisagées.

Il est possible d'obtenir que Ω admette les transformations en lui-même de G, mais seulement *localement* sur Γ et non pas pour la totalité de Γ. Les fonctions $\eta(u)$, $\zeta_k(u)$ admettent les transformations correspondantes de H dans les mêmes conditions.

Si l'on considère un arc-intervalle $\lambda(x, u)$ issu de x et aboutissant à u, *la chaîne des substitutions correspondantes* $\theta(x, u)$ *définit une sorte de développement en fraction continue de* u, *correspondant au système* (G, Ω). *Les intervalles de validité sur* Γ des transformations de $\eta(u)$, $\zeta_k(u)$ appartenant à H quand u subit une transformation $u' = \alpha u + \beta/\gamma u + \delta$ appartenant à G *sont séparés par les réduites dans* (G, Ω) *de* $-\delta/\gamma$.

Pour la fonction $?u$ de Minkowski, G est le groupe défini par $\alpha\delta - \beta\gamma = 1$, α, β, γ, δ entiers. Le système Ω correspondant que j'ai construit donne le développement de u en fraction continue $u = (a_0, a_1, \ldots)$ où les a_i sont entiers, a_0 quelconque, a_i positif ou *nul* ($i \geq 1$).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur un théorème de Jacobi.* Note de M. **Paul Montel**.

1. Nous classerons les systèmes de $n+1$ vecteurs d'un espace à n dimensions suivant l'orientation des périodes infinitésimales contenues dans le corps de périodes que ces vecteurs définissent.

Lorsque les périodes infinitésimales sont distribuées sur une variété à $n-q$ dimensions, nous dirons que les périodes sont strictement indépendantes si $q = 0$ et dépendantes si $q = n$, c'est-à-dire s'il n'existe pas de périodes infinitésimales. Lorsque $0 < q < n$, nous dirons que les périodes sont semi-dépendantes d'ordre q.

2. *Toute fonction de la variable complexe z admettant trois périodes strictement indépendantes et continue en un point est une constante.*

Il n'existe aucune fonction de la variable complexe z admettant trois périodes non dépendantes et multivalente d'ordre fini en un point.

3. Désignons par $\Delta_i^p(f)$ la différence d'ordre p d'une fonction d'une variable pour les accroissements, $\omega_i, 2\omega_i, \ldots, p\omega_i$ donnés à la variable. On peut énoncer le théorème :

Toute fonction analytique d'une variable complexe vérifiant les équations

$$\Delta_1^p(f) = 0, \quad \Delta_2^p(f) = 0, \quad \Delta_3^p(f) = 0,$$

relatives à trois périodes non dépendantes est un polynome de degré inférieur à p.

Pour $p = 1$, on retrouve un théorème classique de Jacobi.

Si f est une fonction réelle d'une variable réelle :

Toute fonction continue d'une variable réelle vérifiant les équations

$$\Delta_1^p(f) = 0, \quad \Delta_2^p(f) = 0,$$

relatives à deux périodes dont le rapport est irrationnel est un polynome de degré inférieur à p.

4. Considérons une fonction f de k variables complexes et des systèmes de k accroissements simultanés définissant des périodes dans l'espace à $2k$ dimensions. On obtient les résultats suivants :

Toute fonction de k variables complexes admettant $2k+1$ *périodes strictement indépendantes et continue en un point est une constante. Il n'existe aucune fonction de k variables complexes admettant* $2k+1$ *périodes strictement indépendantes ou semi-dépendantes d'ordre q et ne prenant une même valeur autour d'un point que sur une variété à* $2k-q-1$ *dimensions au plus.*

Pour $q = 1$, le théorème s'applique aux fonctions analytiques : toute fonction analytique de k variable admettant $2k+1$ périodes strictement indépendantes ou semi-dépendantes d'ordre un est une constante.

5. Désignons encore par $\Delta_i^p(f)$ la différence d'ordre p d'une fonction de plusieurs variables lorsqu'on donne à ces variables des accroissements simultanés répétés p fois. On peut démontrer les propositions suivantes :

Toute fonction analytique de k variables complexes vérifiant les équations

$$\Delta_1^p(f) = 0, \quad \Delta_2^p(f) = 0, \quad \ldots, \quad \Delta_{2k+1}^p(f) = 0,$$

relatives à $2k+1$ *périodes strictement indépendantes ou semi-dépendantes d'ordre un est un polynome dont le degré est borné en fonction de p.*

Pour une fonction de plusieurs variables, le degré du polynome peut être égal ou supérieur à p lorsque p est supérieur à deux.

Si f désigne maintenant une fonction réelle de k variables réelles, on obtiendra le théorème :

Toute fonction continue de k variables réelles vérifiant les équations

$$\Delta_1^p(f)=0, \qquad \Delta_2^p(f)=0, \qquad \ldots, \qquad \Delta_{k+1}^p(f)=0,$$

relatives à $k+1$ périodes strictement indépendantes est un polynome dont le degré est borné en fonction de p.

ÉLASTICITÉ. — *Fonctions correctives au voisinage de la solution Rankine-Lévy du massif pesant retenu par une paroi rectiligne.* Note de M. **Édouard Callandreau**, présentée par M. Henri Villat.

1. Soit en problème plan le massif pesant de densité Π limité supérieurement par un talus rectiligne Oy non chargé de pente ω, et par une paroi OA de retenue; l'axe Ox positif vers le bas. Les pressions principales en un point s'expriment en fonction de l'angle aigu χ avec Ox de la plus grande en valeur absolue de celles-ci, et de la pression mutuelle $\mathfrak{T}$ en ce point. L'inclinaison du mur étant quelconque, la solution Rankine-Lévy du mur idéal, correspondant à la valeur θ_0 de l'angle polaire, reste valable au-delà de ce plan vers le talus supérieur. Entre ce plan et le mur, Boussinesq, pour une solution approchée d'inclinaison θ du mur voisine de θ_0 admet, que χ n'y diffère de sa valeur constante χ_0 du gros du massif, comme la pression $\mathfrak{T}$ de celle p de la solution Lévy calculable quel que soit θ, que de petits termes proportionnels au petit écart angulaire $\theta_0-\theta$.

Je recherche, au lieu de ces termes correctifs supposés linéaires en $\theta_0-\theta$, la nature des fonctions ϖ, ψ elles-mêmes à ajouter à la solution $p\chi_0$ de Lévy pour déterminer l'état mécanique du coin sablonneux.

2. Les équations indéfinies de l'équilibre sont vérifiées à l'intérieur du coin par les valeurs $\chi=\chi_0+\psi$, $\mathfrak{T}=p+\varpi$ relatives aux éléments définis par l'angle polaire θ, seul argument en fait; et par les expressions $\chi'=\chi_0+\psi'$, $\mathfrak{T}'=p'+\varpi'$ relatives à l'angle polaire θ' voisin. Leurs écritures en ces deux solutions, retranchées terme à terme, puis développées en la petite différence $\theta'-\theta$ et celles corrélatives ϖ, ψ, ϖ', ψ', donnent, en s'y tenant aux termes du premier ordre, pour θ' voisin de θ, la relation

$$\varpi'-\varpi=2p\operatorname{tang}\varphi(\psi'-\psi), \tag{1}$$

qui s'écrit en particulier dans le voisinage θ du plan Lévy

$$\varpi = 2 p_0 \operatorname{tang} \varphi . \psi. \tag{2}$$

3. Étant donné les contraintes, en un point d'une ligne chargée, on peut en général obtenir, et de façon unique, les contraintes en un point voisin, de cette ligne; il n'y a exception que pour les lignes de glissement, car alors au lieu de la solution unique, on se trouve en présence d'une indétermination. Or les équations indéfinies peuvent s'écrire

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} &[\cos 2(\chi - \theta) - \sin\varphi] \frac{d\mathfrak{P}}{d\theta} = \mathfrak{P} \sin 2(\chi - \theta) - \Pi \sin(2\chi + \omega - \theta), \\ &2\mathfrak{P} \sin\varphi [\cos 2(\chi - \theta) - \sin\varphi] \frac{d\chi}{d\theta} \\ &\qquad = -\mathfrak{P} \cos^2\varphi + \Pi[\cos(\omega + \theta) - \sin\varphi \cos(2\chi + \omega - \theta)], \end{aligned} \right.$$

où les paramètres différentiels prennent respectivement, pour la solution $\theta_0 p_0 \chi_0$ du mur idéal, une valeur indéterminée. Les points situés sur la trace du plan Lévy, ligne de glissement de première espèce, sont donc points *singuliers* pour les lignes de glissement conjuguées; et les variations ϖ, ψ s'entendent de deux points voisins, de ces lignes.

4. La seconde des équations (3) écrites dans le coin sablonneux au voisinage du plan Lévy, en s'y tenant aux termes du premier ordre en $t = \theta_0 - \theta$, ϖ, ψ, et compte tenu de (2), donne pour valeur du paramètre différentiel le terme constant du second membre s'annulant identiquement pour la solution $\theta_0 p_0 \chi_0$ du mur idéal

$$-\frac{d\chi}{d\theta} \quad \text{ou} \quad \frac{d\psi}{dt} = \frac{\psi + at}{\psi + t} \qquad \text{avec} \quad 4a = 1 - \frac{\Pi \sin(\omega + \theta_0)}{p_0 \sin\varphi \cos\varphi}.$$

L'intégration fournit la fonction ψ cherchée. La discussion dépend du signe de a variant pour φ angle de frottement donné, constamment dans le même sens, négatif pour les faibles valeurs de ω, positif ensuite. L'intégrale générale pour a négatif est

$$\sqrt{\psi^2 - at^2} = C_1 e^{-\frac{1}{\sqrt{-a}} \operatorname{arc\,tang} \frac{\psi}{t\sqrt{-a}}}.$$

Les courbes intégrales ont l'allure de spirales logarithmiques avec le point asymptote $t = 0$, $\psi = 0$, sur la trace du plan Lévy. Pour a positif l'intégrale est

$$(\psi - t\sqrt{a})^{\frac{\sqrt{a}+1}{2\sqrt{a}}} (\psi + t\sqrt{a})^{\frac{\sqrt{a}-1}{2\sqrt{a}}} = C_2.$$

Toutes les courbes intégrales passent par le point $t=\psi=0$, si $1-\sqrt{a}/1+\sqrt{a}$ est positif; cette quantité négative donne seulement les deux droites $\psi=\pm t\sqrt{a}$ passant par ce point, les autres courbes étant asymptotiques à ces deux droites en ce point. Pour a nul, l'intégrale est $\psi=C_3 e^{\frac{t}{\psi}}$ et les courbes intégrales ont encore l'allure de spirales de point asymptote $t=\psi=0$.

5. L'application de la méthode au voisinage du mur, d'angle polaire θ_m, soumis à la poussée $\mathcal{R}_m$ inclinée sur sa normale de l'angle Φ, conduit d'abord (1) à la relation $\varpi=2.\mathcal{R}_m \operatorname{tang}\Phi.\psi$.

D'autre part le paramètre différentiel à la paroi est infini; car, si son coefficient dans la seconde (3) s'y annule encore, le terme constant k du second membre ne s'y trouve plus identiquement annulé par la solution $\theta_m\mathcal{R}_m$ à la paroi. Et l'on a, k_m désignant la valeur de k à la paroi,

$$(4) \qquad \frac{d\psi}{dt}=\frac{k_m+\psi+at}{\psi+t}.$$

Cette équation admet une et une seule intégrale ψ tendant vers zéro, lorsque $t=\theta_m-\theta$ tend vers zéro; et ce zéro est point critique algébrique pour l'intégrale. Autrement dit : par le point $t=\psi=0$, passe *une* courbe intégrale et *une seule*, sur laquelle ce point est un point ordinaire avec $t=0$, ou $\theta=\theta_m$ comme tangente en ce point. La trace de la paroi est donc enveloppe des lignes de glissement de première espèce. t étant infiniment petit principal, l'écriture (4) oblige à prendre $\psi\, d\psi/dt=k_m$, d'où ψ.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur l'aspiration des pompes volumétriques.* Note (1) de M. **Serge Nikitine**, présentée par M. Henri Villat.

Le débit d'une pompe volumétrique aspirant un liquide ne croît proportionnellement au nombre n' d'aspirations par unité de temps que si ce nombre ne dépasse par une valeur limite η. Il ne croît ensuite que lentement avec n et le rendement volumétrique baisse. Il est facile de donner une théorie de ce phénomène.

La pompe aspire le liquide à travers un orifice d'entrée (soupape, etc.) de section σ. Soient K le coefficient de contraction de la veine qui lui corres-

(1) Séance du 30 septembre 1935.

pond, P la pression en avant de σ, P' en aval et ρ la densité. Le débit maximum pouvant passer par σ correspond à une pression P' négligeable devant P. Il est donné par la formule de Torricelli

$$D_{max} = K\sigma\sqrt{\frac{2P}{\rho}}. \tag{1}$$

C'est le débit limite à l'aspiration.

Cavitations statiques. — Le débit instantané d'une pompe volumétrique peut être mis sous la forme nq, où q est une fonction périodique d'une seule variable angulaire θ. On a d'ailleurs $\theta = k\pi nt$ où t est le temps. Dans les cas simples (pompes à piston, pompes excentriques à palettes genre Birotor, etc.) q est une fonction assez simple n'admettant qu'un maximum par aspiration. Si n est grand, nq peut devenir plus grand que D_{max}. L'augmentation instantanée du volume d'aspiration est plus grande que le volume du liquide qui peut y pénétrer au même instant. La pompe forme des cavitations que j'appelle *statiques*. La pression P' devient égale à la tension de vapeur du liquide. La condition pour que ces cavitations n'apparaissent pas est

$$nq_{max} < D_{max} = n_1 q_{max}.$$

Effet nuisible des cavitations statiques. — L'apparition des cavitations ne diminue pas encore le rendement volumétrique. Si $n > n_1$, l'équation

$$nq = D_{max} \tag{2}$$

admet en général deux solutions θ_1 et θ_2 (symétriques par rapport à l'argument de q_{max}) pendant chaque période d'aspiration.

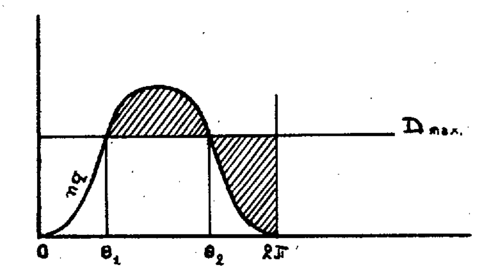
Entre θ_1 et θ_2, $nq > D_{max}$, mais la pompe ne peut admettre à l'aspiration que le débit D_{max} et forme donc des cavitations. Entre θ_2 et la fin de la période, $nq < D_{max}$, mais tant que les cavitations ne sont pas comblées, la pression aval reste égale à la tension de vapeur du liquide et la pompe admet encore le débit D_{max} aux dépens de la diminution du volume des cavitations. Le volume du liquide qui pénètre dans la pompe est alors supérieur à l'augmentation instantanée du volume d'aspiration. Si les cavitations sont comblées avant la fin de la période, la pompe refoulera un volume de liquide normal. Si par contre ceci ne devait pas être le cas, la pompe refoulerait le volume normal diminué du volume des cavitations non comblées avant la fin de la période d'aspiration et le rendement volumétrique serait diminué.

Calcul du nombre η. — η est défini par la condition que les cavitations soient juste comblées à la fin de la période d'aspiration. Sur la figure la courbe en cloche représente nq pour une pompe genre Birotor ($k = 2$), la droite parallèle aux abscisses, le débit maximum à l'aspiration D_{max}. η est

défini par l'égalité des aires hachurées. Cette condition peut d'ailleurs s'écrire (pour $k=2$)

$$(3) \qquad \int_{\theta_\eta}^{2\pi} q\, d\theta = \frac{D_{max}}{\eta}[2\pi - \theta_\eta],$$

où θ_η est la valeur de θ_1 quand $n=\eta$. Cette équation, obtenue en supposant η constant et choisi d'avance, permet de calculer θ_η en éliminant η



entre (2) et (3). En portant la valeur ainsi trouvée dans (2) et tenant compte de (1), on trouve la valeur de η en fonction des caractéristiques de la pompe et des conditions d'utilisation

$$\eta = \frac{K\sigma}{q(\theta_\eta)}\sqrt{\frac{2P}{\rho}}.$$

Débit d'une pompe volumétrique. — La courbe représentant la variation du débit avec n se compose de deux branches. L'une pour les valeurs $n<\eta$ est rectiligne (si l'on néglige les fuites), l'autre pour $n>\eta$ est donnée par la relation

$$D = \frac{D_{max}(k\pi - \theta_1)}{k\pi} + \frac{n}{k\pi}\int_0^{\theta_1} q\, d\theta.$$

Le premier terme tend vers D_{max} (vers $1/2\, D_{max}$ pour une pompe à piston à simple effet) quand n tend vers ∞, car θ_1 tend vers o. On montre que le deuxième terme tend vers o quand n tend vers ∞. La deuxième branche de la courbe tend donc vers D_{max}. Le point de raccord des deux branches correspond à $n=\eta$.

Rendement volumétrique. — Le rendement volumétrique d'une pompe pour $n>\eta$ est donné par la relation

$$R = \frac{D}{nV}, \qquad \text{où} \quad V = \int_0^{k\pi} q\frac{d\theta}{k\pi}.$$

Le numérateur restant inférieur à D_{max}, R tend vers o quand n tend vers ∞.

AÉRODYNAMIQUE. — *Influence de l'interinclinaison d'une des ailes sur les caractéristiques aérodynamiques des cellules biplanes rigides d'envergure infinie.* Note [1] de M. **Miroslav Nénadovitch**, présentée par M. H. Villat.

Nous avons résumé [2] l'influence particulière de l'interinclinaison ε pour les cellules biplanes rigides d'envergure infinie comportant un décalage positif ($d/l = 1$) et un entreplan variable. En étudiant nos résultats expérimentaux nous avons pu mettre en évidence les propriétées suivantes concernant l'influence de l'interclinaison ε aux incidences modérées pour les cellules biplanes rigides caractérisées par un décalage et un entreplan variable.

1° Pour l'aile inférieure les courbes unitaires $C_{y_1} = f(\alpha)$ forment un faisceau de droites parallèles dont les pentes sont indépendantes de l'interinclinaison et dont l'équidistance est fonction linéaire de ε.

Le foyer résultant est modérément modifié en fonction de ε tandis que le moment correspondant évolue notablement avec ε pour les décalages modérément négatifs.

Les polaires de cette même aile forment un faisceau divergent passant par un même point pour toutes les interinclinaisons. Les coordonnées C_x et C_y de ce point évoluent suivant une fonction cosinusoïdale du décalage.

2° Pour l'aile supérieure les courbes unitaires $C_{y_2} = f(\alpha)$ forment aussi un faisceau de courbes parallèles ($dC_{y_2}/d\alpha$ indépendant de ε) et dont l'équidistance est fonction linéaire de ε.

Le foyer résultant de cette aile est modérément modifié pour les faibles décalages tandis que les moments présentent une modification notable.

Les polaires forment un faisceau divergent passant par un même point pour toutes les interinclinaisons. Les coordonnées C_x, C_y, de ce point suivent une loi cosinusoïdale en fonction du décalage.

Il est à noter que pour les faibles entreplans on observe l'apparition d'un effet de fente pour des incidences d'autant plus grandes que ε est plus négatif tout au moins jusqu'à $\varepsilon = -6°$.

D'après les propriétés que nous avons signalées il résulte que les carac-

---

(1) Séance du 30 septembre 1935.

(2) *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 312.

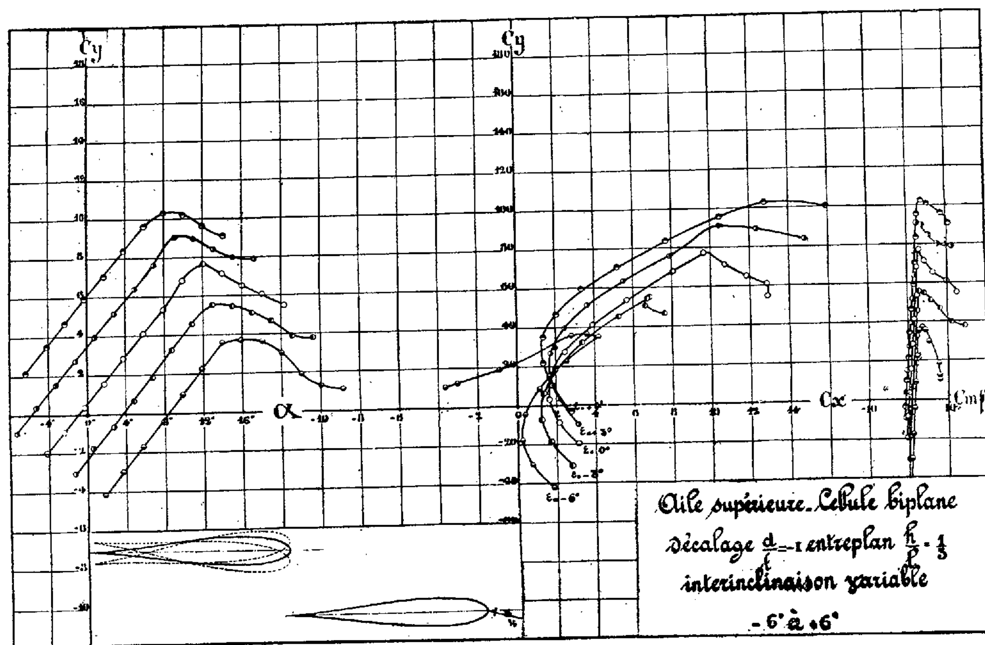

Cy
Cy
α
Cx
Cmf
Aile supérieure. Cellule biplane
décalage d/ℓ = -1 entreplan h/ℓ = 1/3
interinclinaison variable
-6° à +6°

Fig. 1.

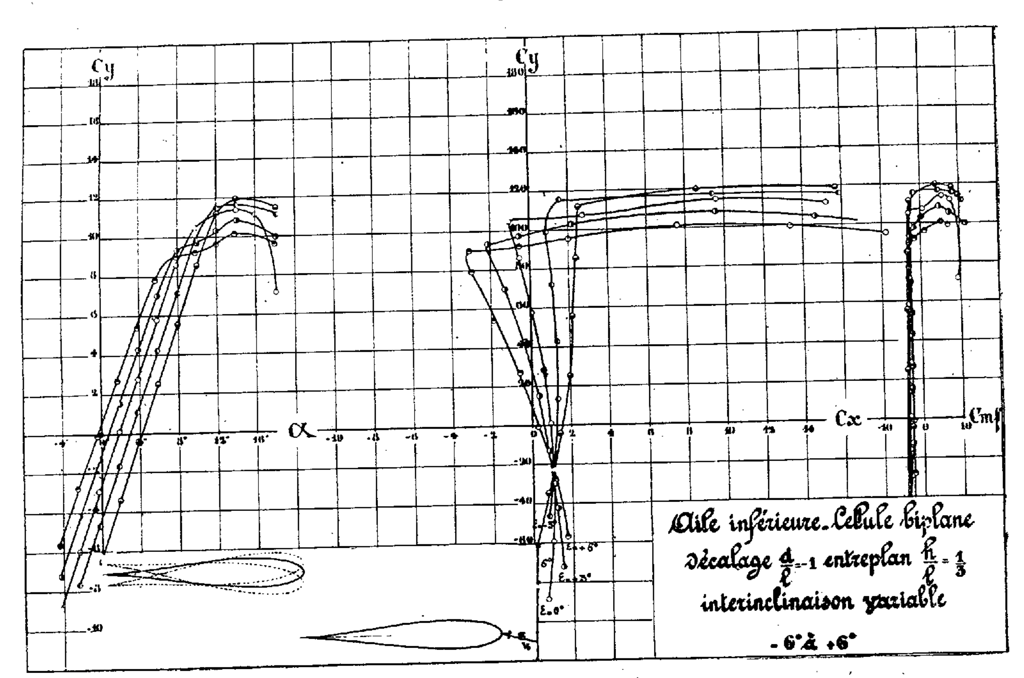

Cy
Cy
α
Cx
Cmf
Aile inférieure. Cellule biplane
décalage d/ℓ = -1 entreplan h/ℓ = 1/3
interinclinaison variable
-6° à +6°

Fig. 2

téristiques d'*une cellule biplane déformable* par interinclinaison d'une des ailes pour n'importe quel décalage et entreplan peuvent être déduites de nos résultats expérimentaux.

A titre d'exemple nous donnons les courbes représentant les caractéristiques aérodynamiques de chacune des ailes d'une cellule biplane rigide caractérisée par $h/l = 1/3$, $d/l = -1$ et l'interinclinaison variable de $-6°$ à $6°$, qui peuvent être comparables aux courbes données dans la Note déjà citée.

OPTIQUE ASTRONOMIQUE. — *Sur la construction cellulaire des miroirs de télescopes*. Note de M. **André Couder**, transmise par M. Ernest Esclangon.

1. Remplacer le disque cylindrique massif qui constitue ordinairement un miroir de télescope par un solide présentant à poids égal une rigidité plus grande, cette idée est loin d'être nouvelle (Lord Rosse, 1840). G. W. Ritchey est parvenu, en 1925, à appliquer une lame de verre (diamètre, 75^{cm}; épaisseur $1^{cm},3$) sur un système de nervures formant un réseau à maille carrée de $9^{cm},1$ de côté. A la même époque, j'ai construit deux miroirs plans en fonte, de 20^{cm} de diamètre, constitués par une plaque renforcée de nervures venues à la coulée, formant un réseau de triangles équilatéraux; (le métal est recouvert d'une mince couche d'émail dont la face extérieure a reçu le polissage optique). Des expériences analogues étant en cours d'éxécution ou en projet, je dois décrire les observations que j'ai pu faire de certaines propriétés optiques résultant de tels modes de construction.

2. Je laisse ici de côté la flexion d'ensemble du système de nervures qui ne m'a pas paru offrir de particularités inattendues, pour considérer seulement les déformations de l'élément de la surface optique qui correspond à une maille du réseau. Dans le cas du miroir de verre précité, supposé placé horizontalement, on calcule que la flèche de flexion au centre de chaque carré est voisine de $2^{m\mu}$. Telle est aussi la valeur approximative de la déformation supplémentaire due à la pression uniforme de l'outil de polissage. L'élément de longueur d'une nervure compris entre deux nœuds du réseau n'éprouve que des déformations d'un ordre de grandeur bien inférieur. Donc, si la flexion élastique était la seule cause de déformation, on devrait trouver sur la surface polie, placée verticalement, des dépressions

reproduisant le dessin du système de nervures, d'une profondeur uniforme égale à $4^{m\mu}$ environ, soit 1 : 70 de frange, d'effet optique négligeable.

3. La forme réelle de la surface, telle que la révèle l'examen de Foucault, est grandement différente. L'observation permet de conclure que les régions déprimées n'ont pas une profondeur uniforme : par rapport au plan tangent commun aux régions saillantes, les sillons sont deux fois plus profonds à l'intersection de deux nervures qu'au milieu du côté de chaque maille. Tout a lieu comme si les ordonnées du solide différentiel résultaient de l'addition des ordonnées de deux systèmes identiques d'ondulations cylindriques rectangulaires.

Fait remarquable, le défaut est 10 ou 20 fois plus grand qu'on ne l'attendait : l'écart de tautochronisme est de l'ordre du quart d'onde.

En outre, quoiqu'il atteigne juste la limite tolérable habituellement admise, l'altération de l'image d'une source ponctuelle, obtenue par réflexion quasi normale, se trouve loin d'être négligeable. Les anneaux de diffraction sont segmentés en quatre arcs lumineux; l'image apparaît ornée de quatre longues aigrettes formant une croix régulière. L'importance relativement grande de cette anomalie, malgré la petitesse des différences de marche, paraît due à la périodicité régulière de leur distribution sur la surface optique.

4. Une faible fraction seulement des défauts du miroir provenant des flexions élastiques, il faut sans doute en chercher la cause principale dans certaines déformations dues au régime thermique particulier qui existe pendant le polissage : la présence des nervures conditionnant l'écoulement de la chaleur produite par le frottement de l'outil, les surfaces isothermes sont loin d'être des plans, comme cela a lieu dans le cas des disques de forme usuelle. Ce qui paraît confirmer cette explication, c'est que les miroirs de métal mentionnés ci-dessus, de flexibilité sensiblement égale, ne laissent apercevoir aucune déformation liée au groupement des nervures (mais seulement des défauts irréguliers imputables à l'hétérogénéité de la couche d'émail). La conductivité thermique, quelque cent fois plus grande que celle du verre, a assuré une répartition pratiquement uniforme de la température.

Revenons au miroir de verre considéré plus haut. Son polissage a été conduit par G. W. Ritchey avec des ménagements extrêmes, au point de nuire à l'efficacité du travail; on ne peut donc espérer diminuer plus encore l'échauffement. Supposé qu'on y réussisse, les échanges de chaleur qui se

produisent entre le miroir et l'air, dans l'usage d'un télescope, suffiraient à faire apparaître des déformations accidentelles de même nature.

5. Ces déformations, dont je viens de préciser les conséquences, paraissent ne pouvoir être évitées que par l'emploi des métaux, ou par celui du quartz fondu; les verres du genre pyrex ne présentent ni une conductivité calorifique assez grande, ni une dilatation thermique assez petite pour que les phénomènes examinés ici soient négligeables. Il semble préférable de les employer sous la forme habituelle de disques d'épaisseur uniforme, même petite, leurs flexions étant susceptibles, comme on le sait, d'une compensation très précise.

Si l'on désire augmenter la rigidité d'un miroir en vue de simplifier l'appareil qui doit le supporter, il convient d'éviter toute disposition de nervures parallèles régulièrement espacées, qui entraîne pour la surface optique des déformations de caractère particulièrement nuisible. Il est recommandable de laisser au solide une symétrie de révolution : les défauts qui présentent cette même symétrie sont d'une retouche aisée. Tel est le cas du miroir de pyrex dont j'ai rapporté ici, en 1929, les essais favorables.

SPECTROSCOPIE. — *Un nouveau spectre d'émission du soufre dans l'infrarouge photographique.* Note de MM. **Maurice Désirant** et **Jules Duchesne**, présentée par M. Charles Fabry.

Nous avons fait usage pour l'excitation des spectres moléculaires d'un générateur d'ondes entretenues du type Esclangon-Bouty. Comme appareil dispersif nous avons utilisé un spectrographe Hilger à déviation constante donnant dans la région spectrale étudiée une dispersion d'environ 110 Å/mm. Du soufre chimiquement pur, ayant fait l'objet de nombreuses distillations dans le vide, se trouvait dans une ampoule en quartz placée dans l'axe de la bobine de self-induction du circuit oscillant; les observations se faisaient suivant cette direction. A la limite du système principal, vers 6650 Å, débute un groupe de bandes, dégradées vers le violet, qui s'étend jusqu'à 7765 Å. Ce système se laisse représenter suffisamment bien par la formule

$$\nu = 13321 + 506\,v' - 4\,v'^2 - 328\,v'' + 2\,v''^2,$$

les écarts entre valeurs calculées et observées ne dépassant pas 10 cm^{-1}

pour la majorité des bandes. Ce système est représenté par le schéma de vibration ci-dessous, qui nous semble le seul possible.

v''. $v'=$	0.	1.	2.	3.
0	13321 (8)	13826 (8)	14317 (8)	
1	12992 (2)	13503 (6)	13986 (2)	
2		13186 (2)	13666 (5)	14148 (2)
3		12875 (2)	13354 (3)	
4			13009 (2)	

L'ordre de grandeur des fréquences de vibration du nouveau système, ajouté au fait que nous n'avons guère observé de bandes d'impuretés, tant dans le visible que dans l'ultraviolet, nous permet de conclure à l'excitation d'un système de S_2.

RAYONS X. — *Nouvelles mesures et observations relatives au spectre* L *d'émission du platine*. Note [1] de Mlle **Yvette Cauchois**, transmise par M. Jean Perrin.

Cette étude fait suite à celle du mercure [2].

La lame de mica du spectrographe à focalisation par transmission utilisé a été remplacée par un quartz mince (taille Curie) suivant les indications de H. Hulubei [3], ce qui a fait passer la dispersion d'environ 12 à 5 unités X par millimètre dans le premier ordre.

L'*ensemble du spectre* L *du platine*, excité sous 10 à 20 milliampères, 40 à 50 kilovolts, a été mesuré par rapport à α_1, β_1, β_2 et γ_1 du platine, α_1, β_1, β_2 du tungstène [4]. Des poses ne dépassant pas 1 heure et demie suffisent à montrer au moins toutes les raies L faibles publiées récemment pour le platine [5], [6], [7], d'ailleurs avec des intensités relatives très différentes. Je publie celles de mes déterminations qui me semblent plus précises que celles des autres auteurs, grâce auxquelles j'ai essayé d'améliorer la systématisation de ce spectre. Les écarts aux moyennes, figurant dans le

(1) Séance du 30 septembre 1935.

(2) Y. Cauchois, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1194 et 1314.

(3) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1530.

(4) E. Friman, *Zs. f. Phys.*, 39, 1926, p. 813.

(5) S. Idei, *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 19, 1930, p. 559.

(6) F. K. Richtmyer, S. Kaufman, *Phys. Rev.*, 44, 1933, p. 605.

(7) S. Kaufman, *Phys. Rev.*, 45, 1934, p. 385 et 613.

TABLEAU I.

	Longueurs d'onde en U. X. d'après			ν/R d'après l'auteur.	Observations et déductions.	Valeurs de certains niveaux en ν/R.
	Friman.	Kaufman.	l'auteur.			
$L_{III}M_{IV}:\alpha_2$	1321,55 Idei.	–	1321,71	689,46	$\beta_1-\underline{\alpha_2}=L_{II}-L_{III}=125,94$	$L_{II}=976,83$
$L_I\ M_{IV}:\beta_9$	1052,4	1051,9	1052,36	865,92	$\underline{\beta_9}-\alpha_1=L_I-L_{III}=170,47$ }	$L_I=1021,34$
$L_I\ M_V:\beta_{10}$	–	1059,4	1059,73	859,90	$\underline{\beta_{10}}-\underline{\alpha_2}=L_I-L_{III}=170,44$ }	
$L_{II}\ N_{VI,VII}$	–	937,2	937,46	972,06	$L_{II}-L_{II}N_{VI,VII}=4,77$ }	$N_{VI,VII}=4,67$
$L_{III}N_{VI,VII}:\beta'_7$	1076,9	1076,3	1076,74	846,32	$L_{III}-\beta'_7=4,57$ }	
$L_{II}\ O_I:\gamma_8$	938,6	939,6	939,30	970,15	$L_{II}-\gamma_8=O_I=6,68$ }	$O_I=6,71$
$L_{III}O_I:\beta_7$	1079,4	–	1079,51	844,15	$L_{III}-\beta_7=O_I=6,74$ }	
$L_I\ O_{II}:\gamma'_4$ .... }	895,2	894,6 {	895,67	1017,41		$O_{II}=3,93$
$L_I\ O_{III}:\gamma_4$ .... }			894,79	1018,41		$O_{III}=2,93$
$L_I\ O_{IV}$ .... }	–	891,4 {	892,5	1021,03 }	$\beta_5+L_I-L_{III}=1021,93$	
$L_I\ O_V$ .... }			891,6	1022,06 }		
$L_{II}\ M_{III}$	–	1164,7	1164,3	782,67	$\beta_3-L_I+L_{II}=782,68$	
$L_{II}\ N_{III}$	–	969,9	969,78	939,66	$\gamma_3-L_I+L_{II}=939,59$	
$L_{III}N_I:\beta_6$	1141,00	–	1141,28	798,46	$\gamma_5-L_{II}+L_{III}=798,57$	
$L_{III}O_{IV}$ (?)	–	–	1071,9	850,14	$(L_IO_{IV})-L_I+L_{III}=850,5$	
	Intensités.					
$[L_I\ M_I]$	très faible	–	1175	775,5	$L_I\ M_I$ calculé $=779,2$	
$[L_I\ N_I]$	assez forte	–	943,7	965,6	$L_I\ N_I$ calculé $=969,0$ (*)	
$[L_I\ O_I]$	faible	–	897,3	1015,6	$L_I\ O_I$ calculé $=1014,7$ (*)	
$[L_{II}N_{II}]$	faible	–	980,5	929,4	$L_{II}N_{II}$ calculé $=932,9$	

Raies hors diagramme β et γ.

Satellites de :	Intensités.			
β_2 I	forte	1094,2	1094,4	832,66
II	un peu moins forte	1092,6	1092,9	833,80
III	très faible	1087,8	?	?
IV (?)	très faible	–	1085,8	839,26
V	faible	1065,7	1065,7	855,09
VI et VI'	faibles	1063,1 {	1064,0	856,45
			1062,0	858,06
VII	très faible	–	1057,0	862,1
β_5 (?) I	assez forte	–	1068,9	852,5
II	faible	–	1067,8	853,4
III	faible	–	1066,2	854,7
γ_1 γ'_1	forte	–	951,2	958,02
γ_2 (?)	faible	–	931,6	978,1
γ_5 (?)	faible	–	983,8	926,3

(*) Déjà signalées pour d'autres élements lourds (KAUFMAN, *loc. cit.*).

tableau, ont porté pour les raies les plus fortes sur les centièmes; pour les autres, sur les dixièmes d'unité X. A l'aide de quelques fréquences données ici, de celles des raies de dipôles les plus intenses (FRIMAN et IDEI, *loc. cit.*) et de $L_{III} = 850{,}89\,\nu/R$ (absorption), j'ai calculé quelques niveaux. γ_4 apparaît sur mes clichés et microphotogrammes comme un doublet très bien séparé, d'où, pour la première fois, la résolution O_{II}, O_{III} pour le platine.

Les poses longues révèlent de nouvelles raies dont quatre ne correspondant à aucun passage permis pour dipôles ou quadrupôles; par analogie avec une émission K connue [1], [2], [3], je les ai rapprochées de quatre transitions complètement interdites; deux d'entre elles ont déjà été signalées pour des éléments voisins du platine (KAUFMAN, *loc. cit.*). D'autres raies nouvelles ont été apparentées, assez arbitrairement, à β_5, γ_2 et γ_5.

J'ai observé également l'émission hors diagramme $L\alpha$.

RAYONS X. — *Sur la structure fine de la discontinuité d'absorption* L_{III} *des terres rares*. Note [4] de MM. **V. DOLEJŠEK** et **M. HYLMAR**, transmise par M. Maurice de Broglie.

Les éléments de la structure fine des discontinuités d'absorption des rayons X (qui dépend de la structure cristalline de la matière) peuvent être calculés par la théorie de Kronig [5]. La structure cristalline change, en général, d'un élément à l'autre, ce qui a empêché jusqu'à présent d'étudier la structure fine en fonction du numéro atomique. Nous allons donner les résultats que nous avons obtenus pour la discontinuité L_{III} dans le cas des terres rares.

Il est alors difficile d'obtenir des échantillons en couches très minces, et nous avons dû préparer les écrans de la manière suivante [6] : une certaine quantité de matière est mélangée avec une solution de nitrocellulose dans l'acétate d'amyle; l'émulsion est appliquée sur un papier très mince et séchée. On obtient ainsi des écrans homogènes et donnant, pour les

---

(1) H. BEUTHE, *Zs. f. Phys.*, 60, 1930, p. 603.
(2) H. HULUBEI et Y. CAUCHOIS, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1294.
(3) E. CARLSSON, *Zs. f. Phys.*, 84, 1933, p. 119.
(4) Séance du 16 septembre 1935.
(5) *Z. f. Phys.*, 70, 1931, p. 317; 75, 1932, p. 191 et 468.
(6) A. SANDSTRÖM (*Nova acta regiæ Societatis scientiarum Upsaliensis*, 4e série, 9, XI, 1935, p. 1) a employé indépendamment le même procédé.

discontinuités, une structure bien définie. Le tableau suivant en donne le résultat.

Zn S.

	70 Yb.			64 Gd.			62 Sm.			60 Nd.				
	Δλ.	ΔY/R.	ΔV.	Δλ.	ΔY/R.	ΔV.	Δλ.	ΔY/R.	ΔV.	Δ_{mm}.	Δλ.	ΔY/R.	ΔV.	
L_{III}	0	–	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1,6	0,7	9,4	1,8	0,6	7,5	1,9	0,5	6,7	0,4	2,4	0,5	7,0	min.
	3,1	1,5	20,0	4,1	1,3	17,5	4,1	1,1	14,4	0,7	3,7	0,9	11,2	max.
	3,7	1,7	23,6	4,7	1,5	19,9	5,4	1,4	19,2	1,0	5,4	1,2	16,4	min.
L'_{III}	5,5	2,6	35,6	7,7	2,4	32,6	8,5	2,3	31,0	1,4	8,1	1,9	25,1	max.
	8,5	4,0	55,0	11,7	3,6	50,0	11,6	3,2	42,2	2,0	11,1	2,7	34,4	min.
L''_{III}	12,2	5,9	79,2	17,6	5,6	75,6	18,6	5,1	68,1	3,4	19,4	4,5	60,8	max.
	17,2	8,3	112,0	21,9	6,9	93,8								
L'''_{III}	22,6	10,9	148,2											

Na Cl.

	60 Nd.					59 Pr.			58 Ce.			
	Δ_{mm}.	Δλ.	ΔY/R.	ΔV.	ΔV (moy.). (Na Cl + Zn S)	Δλ.	ΔY/R.	ΔV.	Δλ.	ΔY/R.	ΔV.	
L_{III}	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	min.
	0,3	2,7	0,6	8,4	7,7	2,7	0,6	7,7	2,7	0,5	7,1	max.
	–	–	–	–	–	4,5	1,0	12,9	4,5	0,9	11,9	min.
	–	–	–	–	–	6,3	1,3	18,1	6,3	1,2	16,6	max.
L'_{III}	1,0	9,1	2,1	28,4	26,6	9,0	1,9	26,0	8,1	1,6	21,5	min.
	1,5	15,6	3,1	43,0	38,7	12,6	2,7	36,7	10,8	2,1	28,6	
L''_{III}	2,2	20,0	4,6	62,9	61,9	17,2	3,7	49,7	13,6	2,7	35,8	max.

On voit que, pour les six terres rares mesurées, la structure fine a un caractère analogue. En faisant la différence des valeurs des discontinuités principales, on ne trouve pas de variation comme, par exemple, pour la structure fine de la série K; de plus, pour toutes les composantes de la structure fine, ces valeurs augmentent lentement avec le numéro atomique.

Pour le gadolinium ($Z = 64$) nous n'avons trouvé aucune différence entre la structure fine des oxydes et des oxalates et pour cela, sans en tirer pour le moment de conclusion, nous avons pris la moyenne de toutes les valeurs.

La seule différence que nous avons trouvée se présente dans la première zone de noircissement entre L_{III} et L'_{III}, éloignée, par exemple pour l'ytterbium de 0,7 à 2,6 ν/r de la discontinuité principale; pour les éléments Yb, Gd, Sm et Nd la zone est difficile à discerner (1).

(1) L'élément 60 a été étudié avec les cristaux Zn S ($d = 1908.12$) et Na Cl.

Pour les éléments Pr et Ce l'intensité de cette zone change et montre, après une exposition assez prolongée, deux lignes très distinctement séparées; aussi les distances des composantes singulières de la structure fine décroissent-elles rapidement pour ces deux éléments. Les terres rares montrent une parenté cristallo-chimique étendue (1) et l'analogie de leurs structures fines vérifie la relation qui existe entre ce phénomène et les propriétés cristallines.

Les structures fines dépendent donc, au moins dans ce domaine, d'une part des propriétés cristallines et chimiques, qui sont analogues pour les terres rares et, d'autre part, du numéro atomique.

Il ne nous a pas été possible d'étudier les changements qui dépendent des points de fusion car nos écrans ne se prêtent pas à des estimations précises du coefficient d'absorption.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cinétique de l'oxydation des fils métalliques.* Note (2) de M. **Gabriel Valensi**, présentée par M. Georges Urbain.

I. Poursuivant mes recherches sur l'oxydabilité du nickel (3), j'ai envisagé le problème théorique de la vitesse d'oxydation des fils de métaux divalents, dans tous les cas où l'oxyde est *protecteur*, c'est-à-dire plus volumineux que le corps initial.

Soient : t le temps en heures; m le degré d'oxydation, ou nombre d'atomes-grammes combinés par atome-gramme primitif; r_0 le rayon initial; r_1 le rayon acquis à l'instant t; r_2 le rayon de la surface de séparation entre oxyde et métal résiduel, à l'instant t; l la longueur du fil par atome-gramme initial; M et D la masse atomique et la densité du métal; M′ et D′ la masse moléculaire et la densité de l'oxyde; $\Delta = M'D/MD'$, *le coefficient d'expansion*, ou rapport du volume d'oxyde à celui du métal générateur.

Si l'on néglige la durée de la réaction en regard de la durée de pénétration de l'oxygène à travers l'oxyde protecteur, et si l'on admet que cette progression s'effectue à la faveur d'une solubilité, l'on a, d'après la loi de Fick,

$$\frac{dm}{dt} = \mu \frac{\partial x}{\partial r} 2\pi r l,$$

(1) V. M. Goldschmidt, F. Ulrich et F. Barth, *Skrifter utgit av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo, I. Kl.*, 1924, n° 5, p. 10.

(2) Séance du 16 septembre 1935.

(3) G. Valensi, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 523.

en appelant μ le coefficient de diffusion et x la concentration de l'oxygène sur une couche d'oxyde de rayon r. En régime, en effet, le second membre ne dépend pas de la couche considérée, et une première intégration, à temps constant, donne, en posant $x = 0$ pour $r = r_2$,

$$x = \frac{\left(\frac{dm}{dt}\right)}{2\pi\mu l}(\mathrm{Log}\,r - \mathrm{Log}\,r_2) \qquad (\mathrm{Log} = \text{log nép.}).$$

Si H est la valeur de la solubilité, dans les conditions physiques imposées au système, $x = \mathrm{H}$ pour $r = r_1$ et

$$\frac{dm}{dt} = \frac{2\pi\mu l\mathrm{H}}{\mathrm{Log}\,\frac{r_1}{r_2}} = \frac{4\pi\mu l\mathrm{H}}{\mathrm{Log}\,\frac{r_1^2}{r_2^2}},$$

r_1^2/r_2^2 s'évalue facilement en fonction de m, ce qui donne

$$\frac{dm}{dt} = \frac{4\pi\mu l\mathrm{H}}{\mathrm{Log}[1 + (1-\Delta)m] - \mathrm{Log}(1-m)}.$$

Une seconde intégration fournit la marche de la réaction, et la constante se détermine par la condition $m = 0$ pour $t = 0$:

$$\left(\frac{1}{1-\Delta} + m\right)\log[1 + (1-\Delta)m] + (1-m)\log(1-m) = 0{,}4343.4\pi\mu l\mathrm{H}t$$

$$(\log = \text{log. vulg.});$$

$\mathrm{M}/nr_0^2\mathrm{D}$ peut être substitué à l et il y a intérêt à introduire le coefficient $\alpha = n^2/t$, ou rapport au temps du carré de la masse d'oxygène fixée par centimètre carré, quand la surface se maintient invariable au cours de l'oxydation. Un calcul simple fournit alors la relation

$$\left(\frac{1}{1-\Delta} + m\right)\log[1 + (1-\Delta)m] + (1-m)\log(1-m) = 3{,}393.10^{-3}\frac{\mathrm{MM}'\alpha}{\mathrm{DD}'r_0^2}t.$$

II. Appliquée au nickel, cette formule s'écrit :

$$\mathrm{F}(m) = (1{,}471 + m)\log(1 + 0{,}68m) + (1-m)\log(1-m) = 0{,}2514\frac{\alpha}{r_0^2}t.$$

J'en ai vérifié les conséquences principales :

a. Au cours de l'oxydation des fils métalliques, l'expression F(m) *varie proportionnellement au temps* (*fig.* 1).

b. Les pentes C des droites représentatives sont liées à α par la relation

$$C = 0{,}2514\,\frac{\alpha}{r_0^2}.$$

Sous la pression de 760^{mm} d'oxygène, α est donné par la formule

$$\alpha = \overline{11{,}46}^2 . e^{-\frac{22420}{T}},$$

qui résulte de ma précédente Communication (*loc. cit.*). On trouve ici :

T.	r_0.	C calc.	C exp.	T.	r_0.	C calc.	C exp.
1153°K...	$0{,}005^{cm}$	0,0033	0,0036	1243°K...	$0{,}0025^{cm}$	0,073	0,064
1243 ...	0,025	0,0007	0,0007	1243 ...	0,005	0,018	0,016

c. Loi des temps correspondants : *Tous les fils d'un même métal obéissent à la même loi d'oxydation $m = f(\tau)$, en fonction du rapport $\tau = t/r_0^2$ (fig. 2).*

CHIMIE PHYSIQUE MINÉRALE. — *Sur la décomposition catalytique de l'eau oxygénée en présence de mélanges de sels de manganèse et de cuivre.* Note (¹) de M. M. **Bobtelsky** et Mme L. **Bobtelsky-Chajkin**, présentée par M. Georges Urbain.

Dans la littérature chimique il y a peu de cas d'effets catalytiques mixtes qui soient à peu près élucidés, malgré la grande importance de ces effets dans la nature. Citons à cet égard la réaction célèbre de la décomposition

(¹) Séance du 17 juin 1935.

catalytique de l'eau oxygénée en présence de mélanges de sels de fer et de cuivre. En étudiant la décomposition catalytique de l'eau oxygénée en présence de catalyseurs et d'électrolytes indifférents nous avons pris en considération surtout le mélange Mn··/Cu··. Un mélange convenable de ces ions décompose fortement l'eau oxygénée; avec des rapports appropriés de concentration on peut provoquer une décomposition quantitative en quelques minutes à la température ordinaire. Il est à remarquer que l'ion Mn'' seul (par exemple $MnSO^4$), à concentration molaire ou supérieure, n'exerce aucune action catalytique sur l'eau oxygénée, et que l'ion Cu·· (par exemple $CuSO^4$) agit comme catalyseur très faible même aux plus grandes concentrations.

En étudiant les effets Mn··/Cu·· nous avons observé que certains essais donnent des valeurs divergentes, ce qui, comme on le sait, se présente également pour la réaction catalysée par le fer et le cuivre. En reprenant ces expériences nous avons pu constater que les valeurs absolues des constantes varient sans que les valeurs relatives et l'allure soient modifiées.

L'appareillage consiste en ballons en verre de 250$^{cm^3}$ de contenu bouchés au caoutchouc, plongeant dans un thermostat à eau (précision $\pm 0,1$) et reliés à un appareil à secousses. Les bouchons sont traversés par un capillaire en verre, par lequel l'intérieur des ballons est relié par des tuyaux de caoutchouc avec l'appareil mesureur de gaz. Cet appareil était aménagé pour des micromesures et l'on pouvait lire facilement le 1/10e de centimètre cube. L'eau oxygénée se trouvait dans de petits récipients ouverts suspendus à l'intérieur du ballon de réaction. A un instant chronométré il suffisait d'agiter l'appareil pour mélanger l'eau oxygénée avec le contenu du ballon, celui-ci étant régulièrement secoué durant la réaction. La libération d'oxygène était suivie en fonction du temps.

Nous avons étudié d'abord le mécanisme de la réaction, qui est monomoléculaire.

On se fera une idée plus précise de l'influence des mélanges Mn··/Cu·· sur la décomposition de H^2O^2, d'après les résultats d'une série d'expériences :

Composition :

x cm^3 $MnSO^4 n + y$ cm^3 $CuSO^4 n + (19 - x - y)$ cm^3 H^2O + 1 cm^3 H^2O^2, 5 pour 100.
Température : 15°C. Volume final : 20$^{cm^3}$.

Concentration de $MnSO^4$ (n)...	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,05	0,025	0,005
Concentration de $CuSO^4$ (n)...	0,2	0,1	0,04	0,005	0,0015	0,05	0,05	0,05	0,05
K.10^5........................	650	930	1158	1070	616	2027	1119	723	119

Avec l'augmentation de la concentration de l'ion Cu·· la constante augmente d'abord jusqu'à une valeur maximum, puis elle diminue. La valeur du maximum dépend de la concentration de l'ion Mn··, et augmente avec celle-ci. Un défaut d'ions Mn·· ne peut donc être compensé que partiellement par des ions Cu··.

Nous avons étudié également l'influence d'autres substances en ajoutant divers électrolytes, nitrates et sulfates (les chlorures provoquent des effets spécifiques (¹).

La composition générale des essais fut 1^{cm^3} CuSO⁴ $n + 1^{cm^3}$ MnSO⁴ $n + 1^{cm^3}$ ou 5^{cm^3} solution saline $2n + 16^{cm^3}$ ou 12^{cm^3} $H^2O + 1^{cm^3}$ H^2O^2 5 pour 100. Temp. = 15°C. Pour la plupart, les sels agissent en gênant plus ou moins le processus catalytique ou même en l'arrêtant. Les ions Zn·· et Cd·· accélèrent fortement l'action catalytique des mélanges Mn··/Cu··, et d'autant plus que la concentration saline est plus élevée. Les ions Cd·· semblent d'ailleurs agir plus fortement que les ions Zn··

Les résultats de la catalyse par le mélange d'ions Mn··/Cu·· pourrait s'expliquer provisoirement de la façon suivante :

$$\begin{aligned}
\text{Mn, aq}^{\cdot\cdot} + H^2O^2 &\rightleftharpoons \text{Mn, } H^2O^{2\cdot\cdot} + \text{aq},\\
\text{Mn } H^2O^{2\cdot\cdot} + \text{Cu, aq}^{\cdot\cdot} &\rightarrow [\text{Cu, } H^2O^2]^{\cdot\cdot} + \text{Mn, aq}^{\cdot\cdot},\\
[\text{Cu, } H^2O^2]^{\cdot\cdot} + \text{aq} &\rightarrow \text{Cu, aq}^{\cdot\cdot} + H^2O + O^2.
\end{aligned}$$

Les ions Zn·· et Cd·· joueraient un rôle d'intermédiaires lors de l'hydratation et de la déshydratation des ions catalysants.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Spectres d'absorption, dans le proche infrarouge, d'amines et d'amides. Emploi du phénomène de dissimulation pour la recherche des ions amphotères. Influence de groupements voisins.* Note de Mme **Marie Freymann** et M. **Paul Rumpf**, présentée par M. Georges Urbain.

Des recherches antérieures (²) ont montré l'existence, vers 1µ,04, d'une bande (NH) intense qui disparaît lorsque l'azote passe de la coordinence 3 à la coordinence 4. En étudiant divers composés qui renferment le groupement —NH², nous avons confirmé, puis utilisé ce résultat prévu par G. Urbain, comme conséquence des principes de la théorie coordinative

(¹) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 573-575.
(²) P. Job, Mme M. Freymann et R. Freymann, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1043.

appliqués à la chimie organique [1]; les spectres ont été enregistrés (de $0^{\mu},8$ à $1^{\mu},2$) à l'aide du spectromètre à cellule photoconductrice précédemment décrit [2].

Phénomène de dissimulation. — La bande (NH) de l'hydrazine, signalée dans une Note précédente (*loc. cit.*), n'existe pas pour le dichlorhydrate, mais l'on observe une bande à $1^{\mu},0500$ pour le monochlorhydrate. Et nous avons de même observé une bande à $1^{\mu},0655$ pour l'hydroxylamine en solution aqueuse à 18 pour 100, alors que le chlorhydrate d'hydroxylamine n'en présente point (*loc. cit.*).

Il semble donc légitime d'admettre que l'azote est tétracoordiné dans tout dérivé aminé primaire ou secondaire ne présentant pas la bande (NH). Ce résultat a été appliqué à l'étude d'électrolytes amphotères. Pour le glycocolle (auquel on attribue souvent encore la formule $H^2N.CH^2.CO^2H$), la bande (NH) qui ne peut être décelée en solution aqueuse à 20 pour 100, apparaît, à $1^{\mu},0439$, par addition de soude : l'ampholyte se trouve donc, en milieu alcalin, à l'état d'anions aminoacétate $H^2N.CH^2.CO^{2-}$, alors que la solution aqueuse pure renferme, en grande majorité, des ions amphotères $H^3N^+.CH^2.CO^{2-}$ dans lesquels l'azote est tétracoordiné. Il en est de même pour la taurine [3], en solution aqueuse saturée : l'absence de bande (NH) implique l'existence d'ions $H^3N^+.CH^2.CH^2.SO^{3-}$; par contre, à la même concentration moléculaire, le sel de lithium présente la bande (NH) à $1^{\mu},0426$; d'où la formule $H^2N.CH^2.CH^2.SO^{3-}Li^+$. Ces résultats sont en parfait accord avec les propriétés chimiques de tels composés et se trouvent confirmés par l'emploi d'autres méthodes physico-chimiques (étude des spectres ultraviolets, de l'effet de sel, étude critique des diverses constantes de dissociation).

Il convient sans doute de rapprocher des observations précédentes le fait que la paratoluène-sulfamide (en solution à environ 8 pour 100 dans l'alcool à 96 pour 100) ne montre pas la bande (NH), tandis que son sel de sodium (à la même concentration dans l'alcool à 80 pour 100) présente une bande à $1^{\mu},0497$.

---

(1) G. URBAIN, idée exprimée verbalement dans sa Conférence à la Société chimique de France le 25 janvier 1935.

(2) R. FREYMANN, *Ann. Phys.*, 20, 1933, p. 243; R. FREYMANN et A. NAHERNIAC, *Journ. Phys.*, 5, 1934, p. 75.

(3) La taurine a été préparée par action d'un excès de solution aqueuse de sulfite neutre de lithium sur le chlorhydrate de β-chloréthylamine : faible rendement en produit pur.

Cas des amides. — Alors que la bande (NH) des composés aminés se trouve entre $1^{\mu},03$ et $1^{\mu},06$ environ, on a observé antérieurement que l'urée présentait cette bande vers $1^{\mu},0081$. Au contraire, les solutions concentrées de nitrate d'urée ne fournissent que le spectre de l'eau pure : l'existence d'une bande supplémentaire, pour la solution aqueuse neutre d'urée, semble indiquer que c'est la molécule non chargée qui prédomine, parmi les multiples formes en équilibre (¹).

Comme le montrent les résultats suivants, nous avons noté également un déplacement vers les courtes longueurs d'onde pour les autres amides étudiées : NH^3 dissous, 20 pour 100 $1^{\mu},0393$; NH^2OH 18 pour 100 $1^{\mu},0655$; $H^2N\,CO\,NH^2$ 60 pour 100 $1^{\mu},0081$; 25 pour 100 $1^{\mu},0011$; $H\,CO\,NH^2$ pure $1^{\mu},0193$, en solution à 40 pour 100 dans l'acide formique $1^{\mu},0186$, dans l'eau $1^{\mu},0113$; $CH^3\,CO\,NH^2$ en solution aqueuse à 40 pour 100 $1^{\mu},0050$. Ce déplacement de la bande (NH), dû au voisinage du groupement CO, doit être rapproché du déplacement, en sens contraire, constaté dans le cas de l'hydroxylamine, sous l'influence du groupement OH. Un semblable effet a déjà été observé pour la bande ($CH^{=}$) du benzène (R. Freymann, *loc. cit.*). L'étude de ces déplacements paraît susceptible de nous renseigner sur le caractère électropositif ou électronégatif des radicaux perturbateurs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La solubilité mutuelle de l'eau lourde et des liquides organiques dans les systèmes possédant une courbe de saturation négative.* Note (²) de MM. **Jean Timmermans** et **Gustave Poppe**, présentée par M. G. Urbain.

En faisant connaître (³) le résultat de nos recherches sur la solubilité mutuelle de l'eau lourde et des liquides organiques, nous avons conclu que, par substitution de l'eau lourde à l'eau ordinaire, le domaine de démixtion dissimulé dans des régions d'équilibre métastable pour un mélange contenant l'eau ordinaire, pourra atteindre le domaine des équilibres stables où la démixtion est directement observable, pour les mélanges contenant l'eau lourde.

(¹) G. Urbain, *Bull. Soc. chim.*, 5ᵉ série, 2, 1935, p. 563.

(²) Séance du 16 septembre 1935.

(³) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 524.

Système eau + α-picoline. — L'eau ordinaire est miscible en toutes proportions à la pyridine ainsi qu'à l'α-picoline. Les homologues supérieurs présentent une courbe de solubilité mutuelle limitée, de plus en plus étendue avec l'allongement ou la multiplication des chaînes latérales; ces courbes de saturation, fermées sur elles-mêmes avec une T. C. D. supérieure et une inférieure, appartiennent au type du retrait complet, d'après la classification de J. Timmermans [1]. Par compression le domaine de démixtion se rétrécit sur lui-même, la T. C. D. supérieure s'abaisse, l'inférieure s'élève; elles finissent par coïncider à une température et sous une pression déterminées, pression au-dessus de laquelle les deux corps sont miscibles en toutes proportions et à toute température; cette pression limite sera d'autant plus élevée que le domaine de démixtion est plus étendu sous la pression de vapeur saturée.

Dans la série homologue que nous étudions cette pression limite s'abaisse au fur et à mesure que la chaîne hydrocarbonée se raccourcit. On peut donc se figurer que l'α-picoline, et *a fortiori* la pyridine, sont miscibles dans les conditions d'expérience courantes, parce que la pression limite en dessous de laquelle la démixtion apparaît, est elle-même inférieure à la pression de vapeur saturée du système : leur courbe de saturation est « négative », c'est-à-dire virtuelle. Si l'on ajoute à un tel système, un troisième composant favorisant la démixtion, celle-ci pourra se manifester, même au-dessus de la pression de vapeur saturée, et l'on observera le phénomène de la « précipitation physique ». Ainsi une solution à 31,1 pour 100 d'α-picoline dans l'eau ordinaire présente un domaine de démixtion qui s'étend entre 87°,5 et 128°5, par addition de 1,07 pour 100 de KCl; son centre se trouve donc vers 108°.

Remplaçons l'eau ordinaire par l'eau lourde : le domaine de démixtion s'étend et apparaît sous la pression de vapeur saturée. Pour une concentration de 33,2 pour 100 en α-picoline, la T. C. D. inférieure est à 92°,0 et la T. C. D. supérieure à 112°,5; par compression ces deux températures se rapprochent et finissent par se confondre à 102°,5 sous une pression de 90^{kg} par centimètre carré; dès lors les deux liquides deviennent miscibles à toute température; voici nos résultats expérimentaux :

---

(1) *J. de Ch. ph.*, 20, 1923, p. 494.

P kg/cm².	T. C. D. inf.	Δ_T/Δ_P.	P kg/cm².	T. C. D. sup.	Δ_T/Δ_P
	°			°	
5,75......	92,25		31,25......	110,80	
		+0,075			−0,079
21,00......	93,40		46,50......	109,60	
		+0,082			−0,117
46,50......	95,50		71,75......	106,65	
		+0,122			−0,160
71,75......	98,6		81,75......	105,05	
		+0,140			−0,230
81,75......	100,0		86,75......	103,90	
		+0,200			
86,75......	101,0				

Système eau + alcool butylique tertiaire. — L'eau ordinaire est miscible en toutes proportions aux alcools méthylique, éthylique et propylique *n*; à partir de l'alcool butylique *n* apparaît un domaine de démixtion qui s'étend de plus en plus lorsqu'on passe aux homologues supérieurs; la courbe de saturation appartient au type du retrait complet.

Les mélanges formés par l'alcool butylique tertiaire, avec l'eau lourde comme avec l'eau ordinaire, sont miscibles, mais l'addition d'une faible quantité de KCl fait apparaître un domaine de démixtion peu étendu. Avec l'eau ordinaire, une solution contenant 40,8 pour 100 d'alcool, à laquelle on ajoute 1,85 pour 100 de KCl présente une T. C. D. inférieure à 71° et une supérieure à 137°,5. Avec l'eau lourde, une solution à 37,2 pour 100 d'alcool ne présente aucune démixtion lorsqu'on y ajoute 0,96 pour 100 de KCl, mais l'addition de 1,55 pour 100 de KCl entraîne l'apparition d'un domaine de démixtion qui s'étend de 72°,0 à 135°,5.

On constate donc que le pourcentage de KCl à ajouter pour obtenir un début de démixtion est plus élevé avec l'eau ordinaire qu'avec l'eau lourde, ce qui était à prévoir, puisque le remplacement de l'eau ordinaire par l'eau lourde dans le mélange, élargit le domaine de démixtion dans toutes les directions et élève par conséquent également la pression limite sous laquelle les deux liquides deviennent miscibles; cette pression étant moins négative avec l'eau lourde qu'avec l'eau ordinaire, la quantité de KCl nécessaire pour élever la pression maximum au-dessus de la pression de vapeur saturée, sera moins forte avec l'eau lourde qu'avec l'eau ordinaire.

Conclusions. — En résumé l'hypothèse de la courbe de saturation négative permet donc d'interpréter les moindres détails des phénomènes que nous avons décrits dans la présente Note; en la combinant avec la conclusion de notre travail précédent, suivant laquelle la substitution de l'eau lourde à l'eau ordinaire entraîne un agrandissement du domaine de démixtion, nous avons pu prévoir d'une manière précise l'allure des phénomènes présentés par les mélanges contenant l'eau lourde, à partir des constatations faites sur les mélanges avec l'eau ordinaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les points de transformation des aciers au nickel.* Note (1) de MM. **Marius Sauvageot** et **Edmond Rousseau**, présentée par M. Léon Guillet.

Andrew et Dickie (2) ont montré par la méthode thermique, dans le cas de certains aciers au nickel ou au nickel-chrome, l'existence d'un point de transformation au refroidissement à basse température, lorsque l'acier a été chauffé pendant un certain temps au voisinage du point Ac_1. Ils expliquent ce phénomène par une segrégation des constituants au début de la transformation au chauffage, les premières portions d'austénite formées étant beaucoup plus chargées en nickel que celles qui se produisent ensuite.

Au cours de recherches sur le traitement de certains aciers spéciaux, nous avons retrouvé ce phénomène d'hétérogénéité d'une façon très nette par la méthode dilatométrique. Les courbes 1 à 6 de la figure 1 représentent des cycles successifs à températures croissantes (maintien 1 heure à la température maximum, refroidissement au four en 3 heures) décrits au dilatomètre Chevenard à enregistrement mécanique dans le cas d'un acier de composition : $C = 0,62$, $Ni = 6$, $Cr = 0,5$, $Mo = 0,42$.

On voit que lorsque la transformation au chauffage a été franchement amorcée (courbe 2), il se produit au refroidissement, vers 50°, un point de transformation P marqué par une anomalie de dilatation très importante. Lorsque la température de chauffage croît, le point P diminue d'intensité et se produit à une température un peu plus élevée : en même temps apparaît le point Ar'. Ensuite l'anomalie P disparaît et l'on observe les phénomènes habituels de transformation des aciers autotrempants : apparition de Ar'' avec forte augmentation de dureté.

La courbe 1 ne montre pas de point de transformation au refroidissement jusqu'à la température ordinaire; mais, comme le montre la courbe 7 obtenue par insufflation d'oxygène liquide autour des tubes du dilatomètre, on peut faire apparaître le point P au-dessous de 0°.

Les résultats concernant la position et l'amplitude de l'anomalie P sont à peu près les mêmes, lorsque le refroidissement a lieu à l'air, en 20 minutes environ, au lieu d'être fait au four. L'anomalie apparaît aussi d'une façon nette sur les courbes thermomagnétométriques.

---

(1) Séance du 23 septembre 1935.

(2) *Iron and Steel Inst.*, **115**, 1927, p. 647.

Le phénomène est lié essentiellement à la présence dans l'acier d'une proportion suffisante de nickel : il se produit déjà dans le cas d'un acier à 5 pour 100 de nickel peu carburé ($C = 0,150$) sans autres constituants spéciaux. Pour en éclaircir plus complètement le mécanisme, nous avons étudié deux aciers à 0,10-0,15 pour 100 de carbone contenant respectivement 11 et 20 pour 100 de nickel. Comme le montre la figure 2 relative

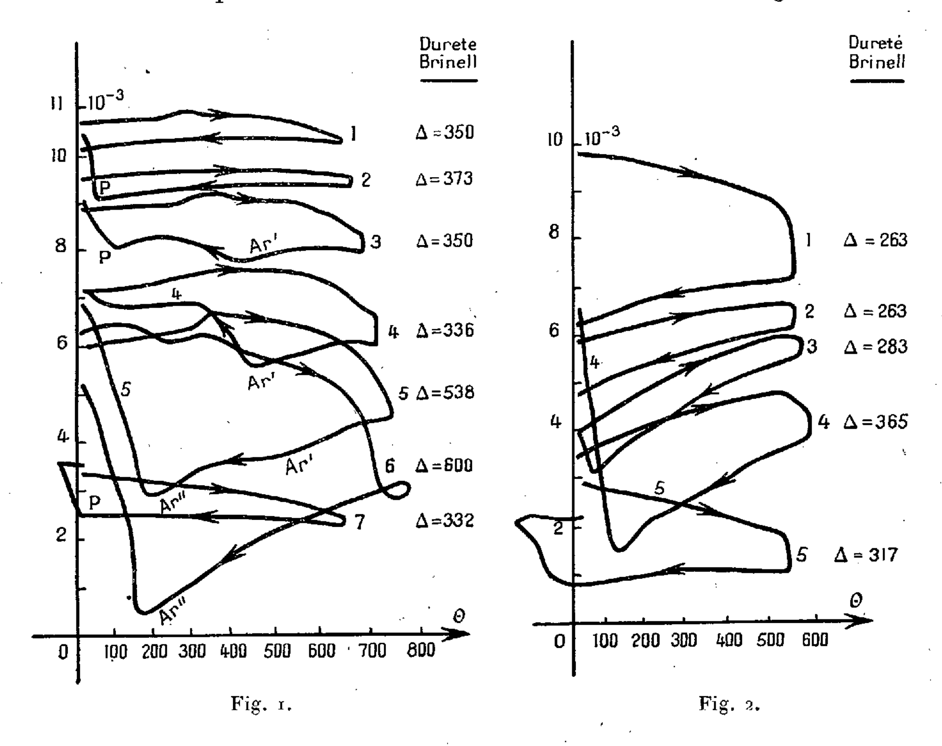


Fig. 1. Fig. 2.

au métal à 20 pour 100 Ni, ces aciers peuvent subir une grande partie de la transformation au chauffage et devenir fortement austénitiques (grand accroissement de la dilatabilité) sans qu'il se produise rien au cours du refroidissement normal (courbe 2) : la transformation fer $\gamma \rightarrow$ fer α n'a lieu que par refroidissement dans l'oxygène liquide (courbe 5), il y a hypertrempe. Lorsque la transformation au chauffage devient de plus en plus complète, le point au refroidissement apparaît au-dessus de la température ordinaire (courbe 3) et l'on aboutit finalement au phénomène normal de la trempe martensitique (courbe 4).

Au début de leur transformation au chauffage, les aciers au nickel sont donc le siège d'un phénomène de ségrégation extrêmement marqué : les premières portions d'austénite formées sont très chargées en nickel et

correspondent à un métal dont le point de transformation se trouve au-dessous de 0°. Ce point est situé d'autant plus bas que la température de chauffage a été plus faible et il semble que l'austénite formée en tout premier lieu ait une composition voisine de celle du composé Fe^2Ni (34,45 pour 100 Ni).

Le manganèse paraît donner lieu à des phénomènes analogues. Nous avons en effet obtenu un point de transformation au voisinage de 0° après chauffage et maintien un peu au delà de Ac_1 d'un acier à 2,5 pour 100 Mn, dont le point Ar″ normal est voisin de 300°.

HYDROLOGIE. — *Le régime des sels dissous dans les eaux du Sandjak autonome d'Alexandrette.* Note de M. **Vladimir Frolow**.

La résistance électrique des eaux a été observée (juin 1932-novembre 1934) par le Service des Eaux et Forêts du Sandjak. Un pont électrolytique Leeds et Northrup servait aux mesures, qui ont été réduites à 60°F. au moyen des tables de l'U. S. Department of Agriculture. L'absence d'analyses chimiques interdit le calcul des teneurs. Au moment des mesures de la résistance on prenait aussi la température des eaux dans leur lit.

Conclusions : 1° Le tableau suivant donne pour 1932 et par échelons de 25 la résistance électrique à 60°F. des eaux observées avec continuité.

Attik (source captée)	1050 ω	Captage Hassan Bey (galerie drainante)	700 ω
Yayla (source)	1025	Daphné (source captée)	700
Saouk Sou (source)	850	Afrine (rivière)	600
Aïn Agek (source)	775	Batraken (rivière)	575
Tchinar Dibi (source captée)	775	Kouassi (rivière)	550
Kara Sou (rivière)	750	Oronte (fleuve, 4 stations). 500 à	475
Buyuk Kara Tchai (rivière)	750	Mourad Pacha	475
Aïn Tawilé (source)	750	Kutchuk Kara Tchaï (rivière)	425
Abara (source captée)	725	Jardin Hassan Bey (puits)	250
Khan Ardi (source captée)	725		
Achkar Beyli (source)	700		

2° Les graphiques de toutes les stations ont une allure générale identique. Entre 1932 et 1934 les eaux se sont progressivement adoucies (de 75

à 200$^{\omega}$ suivant le cas), pour retourner vers la fin 1934 aux environs de leur état en 1932. La correspondance avec les pluies peut être affirmée, car pour ces dernières la résultante des composantes supérieures à l'année a eu le même mouvement. Ce fait distingue le régime des eaux du Sandjak de celui des eaux précédemment étudiées en Syrie [1], où, pendant la durée des observations, la résistance électrique, variable à l'intérieur d'une année, ne dépendait pas de son millésime. On retrouve dans le Sandjak la marche à deux maxima annuels; cependant ici elle est greffée sur le mouvement général indiqué. L'interprétation de ces deux maxima annuels paraît devoir différer, en partie, de celle donnée pour les eaux du désert syrien. Dans le Sandjak, comme au désert, l'influence de la température est sensible en juin-juillet, mais l'infiltration des premières pluies apporte ici une eau plus douce que celle des réserves souterraines. Pour les eaux observées du Sandjak on constate ainsi une *crue saline* thermique et une *crue de dilution* pluviale. Il est à noter, enfin, que les graphiques de la résistance électrique, concernant non seulement les cours d'eau, mais aussi les sources, portent des pointes dues aux pluies. Les eaux observées dans le Sandjak appartiennent à une circulation superficielle, très sensible à celles-ci. L'amplitude considérable de la température des eaux le confirme.

3° La résistance électrique des eaux observées est fonction de la nature des terrains. L'eau la plus douce est fournie par les terrains d'origine ignée. Les sources d'Attik et de Yayla (roches vertes) sont les plus pures. De même s'explique l'écart considérable entre le Buyuk et le Kutchuk Kara Tchaï, dont les bassins versants sont voisins. Dans le premier les roches vertes prédominent et donnent une eau relativement pure; tandis que le deuxième bassin est composé, en parties égales, par les mêmes roches et par des terrains vindoboniens et l'eau y est une des plus chargées dans le Sandjak. Parmi les affluents du lac d'Antioche, le Kara Sou, issu des terrains surtout ignés, a les eaux les plus pures. L'Afrine a les eaux plus salées, provenant des terrains sénoniens et miocènes surtout. Le Mourad Pacha, la plus salée des trois rivières, a un bassin versant crétacé. Enfin, les eaux des alluvions quaternaires (Jardin Hassan Bey) sont les moins douces dans le Sandjak. La longueur du trajet doit jouer un rôle certain, néanmoins les remarques précédentes montrent la possi-

---

(1) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 2153; **195**, p. 426.

bilité d'une classification des terrains sur la base du contenu salin des eaux. Son intérêt pour la mise en valeur du pays (irrigations) est évident.

4° Les cours d'eau ont une résistance électrique se rapprochant de celle des sources observées et même plus faible, malgré l'apport du ruissellement. Cela indique que les eaux souterraines tiennent une part très considérable dans l'alimentation des rivières. L'étude des débits l'a déjà montré pour l'Oronte, à son entrée dans le Sandjak ([1]). Les observations de la résistance électrique autorisent l'hypothèse qu'il en est de même pour les cours d'eau secondaires.

5° Dans sa traversée du Sandjak, l'Oronte augmente légèrement sa résistance électrique (différence de l'ordre de 25$^{\omega}$ entre Djisr el Hadid et Soueidié, malgré l'action salissante de la ville d'Antioche). Il y reçoit en effet, l'apport d'une surface égale approximativement à 30 pour 100 de l'étendue de son bassin versant et ces 30 pour 100 sont parmi les mieux arrosés.

BOTANIQUE. — *Sur l'identité de* Laminaria Lejolisii *Sauvageau et de* L. iberica (*Hamel*) *Lami*. Note de M. **Pierre Dangeard**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Il existe, sur les côtes atlantiques d'Espagne et du Portugal et sur les côtes marocaines, une Laminaire désignée tout d'abord sous le nom de *Laminaria pallida* Greville, puis sous le nom de *L. pallida* var. *iberica* Hamel, enfin reconnue comme espèce distincte et nommée *L. iberica* par Lami ([2]).

Depuis longtemps cette espèce était connue à Tanger par les récoltes de Schousbœ, puis à la Corogne où elle fut découverte par Sauvageau. Plus récemment Feldmann la signalait dans la baie d'Alger et mentionnait son existence à l'île de Mogador d'après un échantillon récolté par Ph. Dollfuss en 1923 ([3]).

Au mois de juin dernier nous avons pu parcourir la zone des Laminaires à Mogador, puis à Mazagan. Nous avons été frappé d'y rencontrer abon-

---

([1]) V. Frölow, *C. R. du Congrès de Géographie*, 3, Paris, 1931, p. 562.

([2]) Lami, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 113.

([3]) J. Feldmann, *Bull. Soc. d'Hist. Nat. de l'Afr. du Nord*, 24, II, 1933, p. 362.

damment un *Laminaria* qui nous a paru identique, au premier coup d'œil, au *L. Lejolisii* décrit par Sauvageau comme espèce nouvelle à Roscoff en 1916.

La Laminaire digitée de Mogador présente en effet une lame de couleur claire à la base, caractère d'albinisme qui, comme on le sait, avait fait découvrir le *L. Lejolisii* à Roscoff parmi ses congénères; le stipe est parfaitement lisse, dépourvu d'épiphytes et il renferme, ainsi que la lame, des canaux à mucus. En dehors de ces caractères principaux, tout concordait dans nos souvenirs pour assimiler l'Algue de Mogador avec le *L. Lejolisii.* Cette Laminaire est abondante, avec les *Saccorhiza*, entre l'île de Mogador et la côte où, dans les crevasses profondes, les stipes des grands exemplaires ayant 1^{m} et plus de longueur, se tiennent dressés et portent la fronde au-dessus du niveau de la basse mer. A Mazagan la même espèce existe aussi abondante, mais les grands exemplaires en place sont plus difficiles à atteindre, par suite d'une disposition moins favorable du plateau rocheux.

De retour au laboratoire nous avons voulu savoir pour quelles raisons deux Laminaires en apparence aussi semblables que *L. Lejolissi* et *L. iberica* avaient été décrites comme espèces distinctes. Nous avons donc été récolter le *L. iberica* à la Corogne et au Ferrol, puis, sur notre demande, nous avons reçu un envoi de *L. Lejolisii* de Roscoff: il devenait alors possible d'établir une comparaison entre ces diverses Laminaires.

Tout d'abord les caractères de la fronde, tels que forme, consistance, épaisseur, couleur, découpures, concordent parfaitement chez *L. iberica* et *L. Lejolisii* et c'est seulement pour l'état de la fronde après dessiccation que certaines différences se manifestent. Lami écrit à ce sujet pour *L. iberica* « région stipo-frondale de teinte pâle, jaunâtre, sur le frais, devenant brun rougeâtre plus foncé que la lame sur les échantillons conservés à sec ». Or les plantes récoltées par nous en septembre à la Corogne sont devenues d'un brun olivâtre une fois desséchées et la base de la lame ne diffère pas du reste par sa teinte. Les Algues de Mogador sont devenues après dessiccation les unes d'un brun roux, les autres d'un brun olivâtre et la base de la lame est assez souvent plus foncée que le reste. Les *L. Lejolisii* reçus de Roscoff en septembre ont des lames bien développées qui ont pris en séchant une teinte d'un brun clair à la base, olivâtre dans la région moyenne et fauve dans la partie terminale des lanières, d'autre part deux pieds de *L. Lejolisii* récoltés en avril 1917 et conservés desséchés au laboratoire de Bordeaux, ont des lames d'une belle couleur brun rouge devenant très foncée à la base.

Nous concluons de cet examen que le caractère des Laminaires après dessiccation dépend sans doute de la saison et peut-être aussi de l'âge ou de la station, mais qu'il ne saurait être invoqué pour distinguer *L. Lejolisii* de *L. iberica*.

En ce qui concerne le stipe, qui est cylindro-conique, relativement épais à la base et qui présente une certaine rigidité, la similitude est complète entre *L. Lejolisii* et *L. iberica;* il en est de même pour l'appareil de fixation constitué par l'ensemble des haptères.

La question des canaux mucifères du stipe est importante à considérer. Pour le *L. Lejolisii*, d'après Sauvageau ([1]), le stipe « renferme des canaux mucifères répartis sur deux rangs très distincts dans la partie jeune, l'un à la limite interne de l'écorce, l'autre plus extérieur qui perd de sa netteté dans la partie âgée ». Or la plante de la Corogne possède également deux cercles très nets de canaux, le cercle extérieur devenant discontinu, puis faisant défaut vers la base du stipe; quant à la Laminaire de Mogador elle montre un seul cercle de canaux assez souvent, mais parfois aussi des canaux isolés disposés en un cercle extérieur discontinu. Par conséquent la disposition des canaux mucifères établit une légère distinction entre la plante de Mogador et celle de la Corogne, mais cette dernière n'est pas séparable du *L. Lejolisii* en ce qui concerne les canaux mucifères. En outre les jeunes plantes qui sont celles qu'on observe le plus souvent, n'ont, dans tous les cas, qu'un seul cercle de canaux.

Il est vrai que le *L. iberica*, d'après Lami et d'après Feldmann, renouvelle sa lame en hiver, tandis que l'on n'a rien signalé de pareil chez le *L. Lejolisii;* mais il semble que le renouvellement de la lame chez les Laminaires ibériques ait été rarement observé; d'autre part ce phénomène peut exister au Maroc et en Espagne et manquer plus ou moins à Roscoff.

En résumé le *Laminaria iberica* (Hamel) Lami vivant sur les côtes atlantiques du Maroc et de la péninsule ibérique ne saurait être séparé du *L. Lejolisii* décrit à Roscoff par Sauvageau.

([1]) C. Sauvageau, *Comptes rendus*, 163, 1916, p. 713.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Accumulation des colorants acides chez le Ver à soie par des tissus différents selon la voie d'accès.* Note [1] de M. **Pierre-P. Grasse** et Mlle **Louise Lesperon**, transmise par M. Maurice Caullery.

Nous avons repris l'étude de l'excrétion chez l'Insecte à la lumière des données récentes sur la physicochimie des colorations vitales. Dans la présente Note, nous nous bornons à exposer quelques-uns de nos résultats relatifs à l'accumulation des colorants acides par certains tissus du Ver à soie.

Kowalewsky (1892) et Bruntz (1903) ont décrit, chez cette larve, un système cellulaire complexe qui fixe le carminate d'ammoniaque injecté dans l'hémocœle. Bruntz a cru que ce système se composait exclusivement de « néphrocytes péricardiaux ». En réalité, le carminate d'ammoniaque est absorbé par deux sortes d'éléments : les cellules péricardiales, qui reposent sur les muscles aliformes, et les œnocytes.

Chez *Sericaria mori*, comme chez la plupart des autres Lépidoptères, les œnocytes forment une sorte de réseau à mailles très larges, qui, entremêlé au tissu adipeux, tapisse la paroi du corps et entoure les gros troncs trachéens au niveau des stigmates. Les cellules de ce réseau ne diffèrent pas entre elles. Verson les séparait en quatre catégories que nous ne reconnaissons pas. Tous les œnocytes contiennent, en quantité variable, des inclusions jaunâtres.

Outre le carminate d'ammoniaque, nous avons utilisé comme colorants acides : le rouge trypan, le rouge Congo, le bleu trypan dissous, à raison de 1 pour 100, au plus, dans un liquide de Tyrode de pH connu. Les injections sont faites, à la dose de 0,05 à $0^{cm^3},2$, à des Vers de l'avant-dernier et du dernier âge.

Les œnocytes et les cellules péricardiales sont *les seuls éléments* de l'Insecte à prendre ces substances colorantes. Ils les accumulent à la manière du système réticulo-endothélial des Vertébrés.

Notons que l'absorption est plus rapide par les cellules péricardiales que par les œnocytes.

Le rouge Congo se comporte d'une façon particulière. En plus des cel-

---

(1) Séance du 2 septembre 1935.

lules péricardiales et des œnocytes vivement colorés, la membrane péritrophique prend une teinte rouge foncé, même après l'injection d'un vingtième de centimètre cube. L'épithélium intestinal, qui laisse filtrer et *élimine* le colorant, ne présente qu'une vague teinte rosée, comme parfois le tissu adipeux. L'examen microscopique ne révèle dans ces organes aucune inclusion colorée; la teinte y est diffuse.

Plusieurs lots de Vers ont été nourris avec des feuilles de mûrier trempées dans les solutions des colorants indiqués ci-dessus, puis séchées. Dans ces conditions (¹) ni les cellules péricardiales, ni les œnocytes n'accumulent le colorant. Mais, au bout de quelques jours, les vers prennent un ton rose ou violet très marqué. L'examen microscopique apprend que *le colorant s'est électivement fixé sur l'hypoderme*. L'intensité de la coloration varie avec *la race* et sans doute avec *le degré d'éclairement* (l'obscurité ou la faible lumière semble favoriser la coloration).

Ici encore, le rouge Congo donne des résultats différents. Aucune coloration de l'hypoderme ne se manifeste, même après 9 jours d'alimentation avec des feuilles trempées dans une solution à 2 pour 100. Ce résultat ne contredit les autres qu'en apparence. Alors que la membrane péritrophique n'arrête que partiellement le rouge trypan, le bleu trypan et le carminate d'ammoniaque, elle s'oppose totalement au passage du rouge Congo, qu'elle adsorbe avec une extraordinaire avidité.

Des faits précédents, très sommairement rapportés, découlent diverses conséquences :

1° l'accumulation d'un colorant acide par une catégorie de cellules est liée étroitement au mode de pénétration dans l'organisme.

2° il est très probable que l'épithélium intestinal modifie les propriétés physicochimiques des substances qui le traversent. Ainsi s'explique la fixation des colorants acides par l'hypoderme et non par le complexe cellules péricardiales-œnocytes.

3° la membrane péritrophique se comporte à la fois comme un dialyseur et comme une lame d'adsorption. Elle interdit tout passage à certaines substances.

4° la fonction excrétrice peut se développer dans des organes qui ne

---

(¹) Toutefois, Hollande (1923) a obtenu par ce moyen la coloration des cellules péricardiales de *Vanessa urticæ* à l'aide du carminate d'ammoniaque.

l'assument normalement pas. C'est le cas de l'intestin moyen qui élimine le rouge Congo [1].

Sans faire notre la sévère critique que Delage (1902) adressait à la méthode des injections physiologiques, nous attirons l'attention sur le fait que l'accumulation d'un colorant acide par une cellule dépend de causes variées et ne permet pas d'affirmer à coup sûr la fonction excrétrice de cet élément.

GÉNÉTIQUE. — *Différenciation de la couleur de l'œil* cinnabar *chez la Drosophile* (Drosophila melanogaster). Note [2] de MM. **George Beadle** et **Boris Ephrussi**, transmise par M. Maurice Caullery.

L'étude des Drosophiles présentant des mosaïques de tissus de constitution génétique différente, y compris les gynandromorphes, a montré que, dans la grande majorité des cas, les tissus se différencient selon leur constitution génétique propre, sans se laisser influencer par les tissus voisins, de constitution génétique différente [3]. Plusieurs exceptions à cette règle générale ont été trouvées, notamment : la couleur de l'œil vermillon (*vermilion* — *v*), la couleur jaune du corps (*yellow* — *y*), la forme de l'œil (*Bar* — *B*), l'absence de certains poils (*scute* — *sc*) et la couleur blanche des testicules, associée avec la couleur blanche de l'œil (*white* — *w*) [4].

On notera que les exemples cités concernent tous des gènes logés dans le chromosome X. On ne connaît en effet que très peu de choses au sujet des gènes autosomaux, ce qui s'explique par le fait que les mosaïques en question sont d'habitude le résultat de l'élimination d'un chromosome et que l'élimination d'un autosome produit un effet létal.

La méthode de transplantation chez la Drosophile, récemment décrite par nous [5], fournit la possibilité d'étudier les caractères autosomaux par

(1) La fonction éliminatrice de l'intestin moyen à l'égard de certains pigments a été signalée au cours de la métamorphose de quelques chenilles (voir en particulier Hollande, *Arch. Anat. Micros.*, 18, 1923, p. 288).

(2) Séance du 2 septembre 1935.

(3) T.-H. Morgan, C.-B. Bridges and A.-H. Sturtevant, *The Genetics of Drosophila* (*Bibliogr. Genet.*, **2**, 1925, p. 1-262).

(4) A.-H. Sturtevant, *Proced. VI Int. Cong. Genet.*, **1**, 1932, p. 304-307.

(5) Boris Ephrussi et G.-W. Beadle, *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 98-100.

l'implantation d'ébauches présentant de tels caractères, dans des animaux de constitution génotypique voulue.

Nous avons réalisé une série de transplantations d'ébauches des yeux, de constitutions génétiques variées du point de vue des caractères de pigmentation, avec l'espoir que ces expériences pourraient aboutir à la découverte d'autres caractères non autonomes dans le développement, dont l'étude pourra fournir quelques renseignements sur les conditions déterminant l'autodifférenciation et la non-autodifférenciation des caractères.

Nous avons trouvé ainsi que, dans certaines conditions génétiques définies, la couleur de l'œil *cinnabar* (*cn*) est, comme *vermilion* (Sturtevant, Ephrussi et Beadle, *loc. cit.*), non autonome dans sa différenciation. Une ébauche d'œil *cinnabar*, implantée dans une mouche du type sauvage, se développe en un œil qui est phénotypiquement du type sauvage, et non pas *cinnabar*. A ce point de vue, l'œil *cinnabar* se comporte par conséquent d'une manière analogue à l'œil *vermilion*.

Il est clair que, dans les cas des yeux *cinnabar* et *vermilion* implantés dans des mouches du type sauvage, une influence qui modifie la réaction menant à la formation des pigments est exercée par l'hôte sur le greffon. Ne sachant rien sur la nature précise de cette influence, nous la désignerons provisoirement sous le nom de « facteur diffusible ».

Puisque les couleurs *cinnabar* et *vermilion* se ressemblent beaucoup, on peut se demander si les facteurs diffusibles sont identiques dans les deux cas et s'ils sont affectés de la même manière par les gènes *v* et *cn*.

On trouve la réponse à cette question par des expériences comportant l'implantation des ébauches des yeux *vermilion* dans des larves *cinnabar* et inversement. Ces expériences montrent que l'ébauche *vermilion*, implantée dans une larve *cinnabar*, forme un œil phénotypiquement du type sauvage, tandis que l'ébauche *cinnabar*, implantée dans une larve *vermilion*, forme un œil phénotypiquement *cinnabar*.

Ces résultats montrent clairement que les facteurs diffusibles impliqués dans les réactions *cinnabar* et *vermilion* ne sont pas identiques : s'ils l'étaient, l'évolution de l'ébauche *vermilion* ne devrait pas être modifiée par l'implantation dans un hôte *cinnabar*. Il s'agit donc de deux facteurs différents. L'action des deux se manifeste dans les mouches du type sauvage; l'action de l'un seulement se manifeste dans les mouches *cinnabar*; et aucun des deux facteurs ne se manifeste dans les mouches *vermilion*.

Il est donc évident que les deux gènes *cn* et *v*, quoique déterminant des

caractères phénotypiquement très voisins, ne sont pas identiques; ils ont cependant en commun la propriété de déterminer la présence ou l'absence (ou, si l'on préfère, l'activité ou l'inactivité) du facteur diffusible produisant le changement de *cinnabar* en type sauvage.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur une nouvelle maladie à ultravirus (maladie à polyèdres) des chenilles de* Vanessa urticæ *L.* Note [1] de M. **A. Paillot**, présentée par M. P. Marchal.

Les maladies à ultravirus sont beaucoup plus répandues chez les insectes qu'on ne le croit généralement et elles jouent un rôle important dans la destruction naturelle de certaines espèces nuisibles. J'ai affirmé, il y a quelques années, que ce rôle dépassait celui que jouent les Bactéries. Les observations que j'ai pu faire depuis confirment cette opinion. Parmi les maladies à ultravirus, celles qui sont caractérisées par la transformation de la substance nucléaire en corpuscules polyédriques (maladies dites à polyèdres) sont assez communes; la grasserie du Ver à soie et les maladies à polyèdres de *Lymantria monacha* L.; et de *Porthetria dispar* L. ont fait l'objet d'études approfondies et sont assez bien connues.

Un nouveau type de maladie à polyèdres a été observé cette année parmi les chenilles de *Vanessa urticæ* L. récoltées aux Rousses, dans le Haut-Jura français, au cours du mois d'août dernier. La gravité de l'épidémie, au centre du foyer d'infection, était telle que la plupart des chenilles sont mortes avant de pouvoir se chrysalider; celles récoltées à quelques kilomètres du foyer, notamment dans les pâturages de la chaîne du Risoux, ne présentaient aucune trace de maladie.

Les chenilles malades se distinguent assez mal des chenilles saines; ce n'est qu'au terme de l'évolution morbide que la paroi ventrale du corps tend à prendre une teinte blanchâtre différente de la teinte normale. Les cadavres se liquéfient rapidement; un certain nombre de chenilles meurent accrochées aux feuilles d'orties par les fausse-pattes abdominales, la partie antérieure du corps pendante comme celle des cadavres de Vers à soie morts de flacherie vraie.

Le sang des chenilles malades est trouble-laiteux. Il renferme d'innom-

---

(1) Séance du 30 septembre 1935.

brables corpuscules réfringents analogues à ceux qu'on observe dans le sang des chenilles de *P. dispar* atteintes de maladie à polyèdres, mais leur taille est plus réduite (1^{μ} contre $3^{\mu},4$). A l'examen sur fond noir, on distingue la présence de granules faiblement éclairés, animés de mouvements browniens à grande amplitude; ces granules, identiques à ceux que j'ai mis en évidence dans le sang des Vers à soie atteints de grasserie, sont particulièrement abondants et animés de mouvements extrêmement rapides à l'intérieur de boules hyalines détachées du cytoplasme des cellules sanguines. En étudiant la grasserie du Ver à soie, j'ai montré que les granules, qui représentent les éléments parasitaires, commencent à se multiplier dans le cytoplasme avant de pénétrer à l'intérieur du noyau et qu'on peut les observer sur fond noir à l'intérieur des exsudations de la couche cytoplasmique.

Les processus qui aboutissent à la destruction de la substance nucléaire et à sa transformation en corpuscules réfringents diffèrent peu de ceux qui ont été mis en évidence chez les Vers à soie atteints de grasserie. Au début de l'infection nucléaire, on constate, sur frottis de sang coloré au Giemsa, une sorte de rétraction de la masse chromatinienne et la formation d'un anneau clair périnucléaire qui représente la région occupée par les éléments parasitaires. Sur coupes colorées à l'hématoxyline ferrique, les noyaux en voie d'altération sont fortement hypertrophiés; les corpuscules, pressés les uns contre les autres et colorés surtout sur leur pourtour, sont disposés comme les cellules de certains tissus. La chromatine résiduaire est disposée en masses ou réseaux complexes d'aspect plus ou moins filamenteux. Dans un certain nombre de cellules, les corpuscules intranucléaires sont de taille minuscule ($0^{\mu},5$), ce qui laisserait supposer qu'on a affaire à deux sortes de corpuscules.

L'affinité de l'ultravirus est surtout marquée pour les cellules adipeuses, trachéales, hypodermiques et sanguines; elle est moindre pour les cellules de la capsule génitale.

La maladie des chenilles de *V. urticæ* est très contagieuse et se transmet aussi facilement par la voie intestinale que par la voie sanguine. L'incubation est de 4 à 5 jours. De jeunes chenilles originaires d'une région où la maladie n'existait pas, ayant été placées le 9 août sur des orties contaminées artificiellement, ont toutes contracté la maladie. Dès le 13 août, j'ai constaté la présence de corpuscules intranucléaires dans un certain nombre d'amibocytes chez toutes les chenilles examinées.

Comme la grasserie et les autres maladies à ultravirus que j'ai étudiées, celle des chenilles de Vanesse est vraisemblablement héréditaire.

STATISTIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur la relation entre le sexe et le nombre de parasites dans le même hôte*. Note de M. **V. A. Kostitzin**, transmise par M. Vito Volterra.

1. M. A. Vandel [1] discute quelques données statistiques sur le sexe de parasites renfermés dans le même hôte. Il s'agit surtout de strepsiptères parasitant sur les guêpes. On observe dans tous les cas la prédominance numérique des mâles sur les femelles. M. Vandel en tire les conclusions suivantes :

1° Lorsque le parasite est unique, il peut être mâle ou femelle. Le nombre constamment plus élevé de mâles tient probablement à ce que les hôtes parasités par les mâles sont beaucoup plus faciles à reconnaître que les porteurs de femelles; 2° lorsque plusieurs parasites coexistent dans le même hôte, le sexe mâle prédomine nettement. « Le nombre élevé de parasites contenus dans un même hôte n'influence pas directement le mécanisme déterminant le sexe, mais il agit, indirectement, par l'élimination sélective du sexe femelle. »

Dans cette Note j'examine les statistiques de M. Vandel. On verra que mes couclusions sont un peu différentes des siennes.

2. Désignons par α la probabilité d'un œuf mâle et par γ la probabilité d'un œuf femelle, de sorte que

$$p(\text{mâle}) = \alpha, \qquad p(\text{fem.}) = \gamma.$$

Dans le cas de deux parasites hébergés par un même hôte, la probabilité $p(2 \text{ mâles})$ de trouver deux mâles est égale à α^2, la probabilité $p(1 \text{ m.} + 1 \text{ f.})$ de trouver un mâle et une femelle est égale à $2\alpha\gamma$ et la probabilité $p(2 \text{ fem.})$ est égale à γ^2. On trouve, avec les mêmes notations dans le cas de trois parasites,

$$p(3 \text{ m.}) = \alpha^3, \qquad p(2 \text{ m.} + 1 \text{ f.}) = 3\alpha^2\gamma, \qquad p(1 \text{ m.} + 2 \text{ f.}) = 3\alpha\gamma^2, \qquad p(3 \text{ f.}) = \gamma^3,$$

(1) A. Vandel, *Livre du Centenaire Soc. Ent. Fr.*, 1932, p. 245-252.

et, dans le cas de quatre parasites,

$$p(4\,\text{m.}) = \alpha^4, \quad p(3\,\text{m.} + 1\,\text{f.}) = 4\alpha^3\gamma, \quad p(2\,\text{m.} + 2\,\text{f.}) = 6\alpha^2\gamma^2,$$
$$p(1\,\text{m.} + 3\,\text{f.}) = 4\alpha\gamma^3, \quad p(4\,\text{f.}) = \gamma^4.$$

Ceci posé, examinons les chiffres de M. Vandel.

3. Xenos vesparum *Rossi*, *parasite de* Poliste Gallicus *L.* — Sur 25 parasites solitaires on a 84 pour 100 de mâles et 16 pour 100 de femelles; sur 83 parasites non solitaires 77 pour 100 sont mâles et 23 pour 100 sont femelles; donc, dans les deux cas la proportion est pratiquement la même, avec un léger avantage pour les femelles non solitaires. Dans le cas de deux parasites sur un même hôte on a $\alpha = 0,83$, $\gamma = 0,17$, ce qui donne $p(2\text{m.}) = 0,69$, $p(1\,\text{m.} + 1\,\text{f.}) = 0,28$, $p(2\text{f.}) = 0,03$, alors que les proportions observées sont respectivement 0,73; 0,20; 0,07. On a par conséquent des chiffres de même ordre. Dans le cas de trois parasites on a $\alpha = 0,67$, $\gamma = 0,33$, ce qui donne comme distribution théorique

$$p(3\text{m.}) = 0,30, \quad p(2\text{m.} + 1\,\text{f.}) = 0,44, \quad p(\text{m.} + 2\,\text{f.}) = 0,22, \quad p(2\,\text{f.}) = 0,04,$$

alors que les nombres observés sont respectivement 0,27; 0,54; 0,09; 0,09; c'est-à-dire du même ordre que les chiffres calculés. Il faut remarquer que les observations ne sont pas nombreuses, ce qui explique les différences assez grandes entre p_{obs} et p_{calc}

4. Xenos *américains d'après Pierce.* — Les observations se rapportant aux *Xenos* américains sont plus nombreuses, et la convergence entre les p_{obs} et p_{calc} est très bonne. Dans le cas de deux parasites on a $\alpha = 0,55$, $\gamma = 0,45$, ce qui donne comme distribution théorique

$$p(2\text{m.} = 0,30, \quad p(1\text{m.} + 1\,\text{f.}) = 0,50, \quad p(2\text{f.}) = 0,20,$$

en très bon accord avec les chiffres observés resp. 0,30; 0,51; 0,19. Dans le cas de trois parasites on a $\alpha = 0,68$, $\gamma = 0,32$, ce qui donne comme distribution théorique

$$p(3\,\text{m.}) = 0,31, \quad p(2\text{m.} + \text{f.}) = 0,45, \quad p(\text{m.} + 2\,\text{f.}) = 0,21, \quad p(3\text{f.}) = 0,03,$$

en très bon accord avec la distribution observée 0,30; 0,45; 0,25; 0,00. Enfin, dans le cas de quatre parasites sur un même hôte on a $\alpha = 0,60$, $\gamma = 0,40$ et par conséquent

$$p(4\,\text{m.}) = 0,13, \quad p(3\text{m.} + \text{f.}) = 0,35, \quad p(2\,\text{m.} + 2\text{f.}) = 0,35,$$
$$p(\text{m.} + 3\,\text{f.}) = 0,15, \quad p(4\,\text{f.}) = 0,02,$$

en très bon accord avec la distribution observée 0,08; 0,38; 0,39; 0,15; 0,00.

On trouve des résultats analogues dans d'autres cas examinés par M. Vaudel (*Xenos* américains d'après G. Salt, *Stenocranophilus quadratus*). Donc, *du point de vue statistique tout se passe comme si les œufs mâles plus nombreux que les œufs femelles étaient mélangés avec ces derniers dans une proportion relativement stable et indépendante du nombre d'œufs déposés sur un hôte.*

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la cinétique de l'attaque du glucose et de l'acide lactique par de petites masses bactériennes. La notion de masse active minima.* Note de Mme **Paulette Chaix**, présentée par M. Georges Urbain.

En utilisant des bactéries propioniques (souche cataloguée P.II au laboratoire), j'ai montré [1] que ces organismes, placés dans des conditions excluant toute possibilité de croissance, deviennent incapables d'attaquer le glucose lorsque la masse bactérienne en expérience descend au-dessous d'une certaine valeur constituant une sorte de seuil. J'ai été ainsi amenée à introduire la notion de quantité active limite, quantité qui, dans les expériences dont il s'agit, correspond environ à un poids de 2^{mg} de bactéries (matière séchée à 100°) dans 5^{cm^3} de suspension.

Ce phénomène offre un moyen simple d'inactiver des bactéries par ailleurs en parfait état biologique, et des recherches ultérieures en ont montré tout l'intérêt pour l'étude de certains « activateurs » définis.

La présente Note a pour but, en même temps que de préciser le comportement, vis-à-vis du glucose et de l'acide lactique, des bactéries de la souche P.II, d'indiquer comment réagissent à ce point de vue d'autres espèces voisines de bactéries propioniques.

Les bactéries sont préparées selon la technique déjà décrite. Les expériences sont faites dans des tubes contenant 5^{cm^3} de solution de glucose ou d'acide lactique (sous forme de lactate de Ca) dans NaCl à 9 pour 100, en présence de carbonate de Ca; les tubes sont maintenus à 27-28° en anaérobiose. L'on suit la disparition du glucose ou de l'acide lactique en fonction à la fois du temps et de la masse bactérienne.

---

(1) *Bul. Soc. Chim. Biol.*, **17**, 1935, p. 874.

Les tableaux ci-dessous montrent les résultats obtenus avec les trois espèces suivantes [1] :

Propionibacterium 11; *Propionibacterium* 12; *Propionibacterium Shermanni;* dont les actions montrent une gamme de différences intéressantes.

Les masses bactériennes présentes sont exprimées en milligrammes de matières séchée à 100°. Le glucose et l'acide lactique disparus sont exprimés en milligrammes.

I. — *Propionibacterium* 11.

(Au temps 0 : $28^{mg},3$ de glucose ou $24^{mg},5$ d'acide lactique.)

Masses bactériennes.	Disparu après 17 heures. Glucose.	Disparu après 17 heures. Ac. lactiq.	Disparu après 26 heures. Glucose.	Disparu après 26 heures. Ac. lactiq.	Disparu après 47 heures. Glucose.	Disparu après 47 heures. Ac. lactiq.
10,6......	17,3	11,7	(26,0)	19,7	(28,3)	(23,6)
5,3......	7,75	4,6	12,5	6,85	20,5	14,0
2,65.....	0,0	1,4	1,75	2,05	3,25	2,5
1,06.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,53.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

II. — *Propionibacterium* 12.

(Au temps 0 : $28^{mg},0$ de glucose ou $25^{mg},1$ d'acide lactique.)

Masses bactériennes.	Disparu après 16 heures. Glucose.	Disparu après 23 heures. Glucose.	Disparu après 40 heures. Acide lactique.
8,0...............	12,0	17,0	(25,1)
4,0...............	4,25	8,0	16,75
2,4...............	1,5	3,75	6,25
1,2...............	0,0	2,0	1,25
0,6...............	0,0	1,25	0,75

(1) Je dois les souches de ces bactéries à MM. Fred, de Madison, et Kluyver, de Delft.

III. — *Propionibacterium Shermanni.*

(Au temps o : 29^{mg},8 de glucose ou 25^{mg},0 d'acide lactique.)

Masses bactériennes.	Disparu après 14 heures.		Disparu après 21 heures.		Disparu après 39 heures.	
	Glucose.	Ac. lactiq.	Glucose.	Ac. lactiq.	Glucose.	Ac. lactiq.
22,1......	15,2	(24,5)	20,7	(25,0)	(29,8)	(25,0)
5,5......	2,8	18,3	4,25	(19,8)	7,75	(24,5)
2,75.....	1,25	8,0	1,5	17,0	2,0	16,1
1,1......	0,0	0,5	0,0	2,0	0,0	3,7
0,55.....	0,0	0,5	0,0	1,8	0,0	2,5

La vitalité des bactéries de tous les tubes est naturellement vérifiée après chaque expérience, soit au moyen de transferts sur milieu de culture convenable, soit par l'adjonction d'activateurs dont il sera parlé ultérieurement.

Ces trois espèces de bactéries montrent ainsi l'exemple : la première, de l'existence d'une *quantité active minima*, au-dessous de laquelle il n'y a pas d'attaque ni du glucose, ni de l'acide lactique, et ce, quelle que soit la durée de l'expérience; la deuxième, de l'ébauche seulement d'un seuil, qui disparaît pour une expérience suffisamment longue, dans laquelle on retrouve alors la proportionnalité classique entre masse bactériennes et vitesses d'attaque; la troisième, celui d'un seuil se maintenant constant en ce qui concerne l'attaque du glucose, l'attaque de l'acide lactique ne subissant dans les mêmes conditions qu'un léger ralentissement.

A 15^{h}20^m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 15^{h}40^m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 OCTOBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action comparée des alcaloïdes ordinaires et des génalcaloïdes sur la fluorescence des solutions d'uranine.* Note de MM. **Charles Achard, Augustin Boutaric** et **Jean Bouchard.**

Au cours d'un bel ensemble de recherches, MM. Max et Michel Polonovski et Nitzberg ont montré que les alcaloïdes présentant un radical aminé peuvent être transformés en aminooxydes qui possèdent, quoiqu'à un degré un peu moindre, les mêmes propriétés thérapeutiques que les alcaloïdes eux-mêmes, mais ont le grand avantage d'être à peu près dépourvus de toxicité, la dose toxique étant, pour ces dérivés, toujours très éloignée de la dose thérapeutique. Il nous a paru intéressant d'examiner l'action que ces aminooxydes, habituellement désignés sous le nom de génalcaloïdes, exercent sur la fluorescence des solutions d'uranine.

Les expériences ont été conduites exactement de la même manière que nos expériences antérieures sur les alcaloïdes ordinaires [1]. Elles ont porté sur des solutions aqueuses d'uranine (fluorescéinate de sodium) renfermant 1^{g} de fluorescéine acide par litre de solution. Au moyen d'un fluoromètre de Francis Perrin, nous avons comparé l'intensité de la lumière de fluorescence émise par une cuve contenant la solution précédente d'uranine à celle qu'émet la même cuve après qu'on a ajouté à la solution d'uranine des quantités variables de divers génalcaloïdes.

---

[1] Ch. Achard, A. Boutaric et J. Bouchard, *Comptes rendus*, 186, 1933, p. 1757.

Le tableau suivant donne le pouvoir fluorescent de la solution d'uranine additionnée d'alcaloïde à la dose de 1g par litre (le pouvoir fluorescent en l'absence d'alcaloïde étant pris égal à l'unité) : 1° pour les alcaloïdes ordinaires; 2° pour les génalcaloïdes correspondants dont nous avons pu disposer.

Alcaloïde.	Pouvoir fluo-rescent.	Génalcaloïde.	Pouvoir fluo-rescent.
Bromhydrate de scopolamine.	0,85	Bromhydrate de génoscopolamine.	1,00
Sulfate de strychnine........	0,82	Benzoate de génostrychnine......	1,00
Chlorhydrate d'atropine.....	0,77	Chlorhydrate de génatropine....	0,97
Chlorhydrate de morphine..	0,77	Chlorhydrate de génosomorphine.	0,98
Chlorhydrate d'hyosciamine.	0,75	Chlorhydrate de génhyosciamine.	0,98
Salicylate d'ésérine.........	0,66	Salicylate de génésérine.........	0,75

Les résultats consignés dans le tableau précédent montrent d'une manière très nette qu'il existe une différence essentielle entre les alcaloïdes ordinaires et les génalcaloïdes du point de vue de leur action sur le pouvoir fluorescent des solutions d'uranine [1]. Alors que les alcaloïdes se comportent comme des inhibiteurs à l'égard de la fluorescence des solutions d'uranine, les génalcaloïdes ne possèdent plus cette propriété. Seul parmi les génalcaloïdes que nous avons étudiés, le salicylate de génésérine réduit d'une manière appréciable le pouvoir fluorescent des solutions d'uranine; mais, si l'on se rappelle que les salicylates alcalins se comportent comme des inhibiteurs, il semble que, dans le cas particulier envisagé, le résultat observé puisse être rattaché aux propriétés du radical acide associé au génalcaloïde.

Les constatations auxquelles nous ont amené les mesures faites sur les génalcaloïdes nous paraissent présenter un intérêt indéniable concernant les relations signalées pour la première fois par F. Perrin [2] et M. Privault [3] entre les propriétés inhibitrices vis-à-vis de la fluorescence et les propriétés antioxygènes. Les génalcaloïdes présentent une structure et une composition chimique identiques à celles des alcaloïdes, avec, semble-t-il, la seule

(1) Il ne nous a pas été toujours possible de comparer les sels du même acide d'un alcaloïde ordinaire et du génalcaloïde correspondant; mais nous nous sommes assurés, par de nombreuses autres déterminations, que, dans aucun des cas, le radical associé à la base, pour les sels envisagés, n'exerçait d'influence inhibitrice appréciable sur la fluorescence.

(2) F. Perrin, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1121.

(3) M. Privault, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1120.

différence relative à l'oxydation du radical aminé. Si l'on se rappelle que les corps susceptibles de se comporter comme antioxygènes sont toujours eux-mêmes éminemment oxydables et que les substances organiques présentant des groupements aminés comptent parmi les antioxygènes les plus typiques, on conçoit que les génalcaloïdes, dans la molécule desquels le radical aminé a été oxydé, ne doivent plus se comporter comme des antioxygènes bien que différant peu, par leurs autres caractères chimiques, des alcaloïdes ordinaires. Aussi est-il tout à fait remarquable que, malgré cette analogie de structure chimique, la seule oxydation de la fonction amine entraîne également la disparition des propriétés inhibitrices vis-à-vis de la fluorescence. A cet égard les résultats de nos essais concernant l'action des alcaloïdes et des génalcaloïdes sur la fluorescence des solutions d'uranine nous paraissent constituer l'un des arguments les plus convaincants qu'on puisse invoquer à l'appui de la conception liant les propriétés inhibitrices à l'égard de la fluorescence et les propriétés antioxygènes.

Du point de vue physiologique, on peut concevoir que l'atténuation considérable des effets toxiques des génalcaloïdes soit liée à la disparition de leurs propriétés antioxygènes. Il ne serait pas surprenant que les effets toxiques des alcaloïdes tiennent, tout au moins en partie, au fait que les molécules des alcaloïdes fixées sur les centres nerveux atténueraient ou supprimeraient les phénomènes d'oxydation cellulaire au niveau de ces centres.

Dans ces conditions, on comprendrait que les génalcaloïdes, dépourvus de la propriété antioxygène, puissent également posséder une toxicité très atténuée. De toute manière, il ne paraît pas douteux que la disparition de la propriété antioxygène chez les génalcaloïdes, mise en évidence par nos essais, ne mérite d'être prise en considération dans l'interprétation des écarts antérieurement signalés entre leurs propriétés biologiques et celles des alcaloïdes ordinaires.

OCÉANOGRAPHIE. — *Carte générale bathymétrique des Océans.* Note (1) de M. **Pierre de Vanssay.**

Le Bureau hydrographique international a accepté la charge de publier une troisième édition de la *Carte bathymétrique des Océans* dont les deux

(1) Séance du 7 octobre 1935.

premières éditions avaient été publiées par ordre de S. A. S. le Prince Albert Ier de Monaco.

La carte se composera de 24 feuilles. La première de ces feuilles, qui concerne la partie de l'Atlantique Nord s'étendant entre l'équateur et le parallèle de 47°, vient d'être achevée. Elle porte l'inscription d'environ 7700 sondes; mais plus de 70000 sondages ont été utilisés pour le tracé des lignes de niveau.

Les principaux caractères de la bathymétrie de l'Atlantique sont précisés et en beaucoup de points complétés par la reconnaissance de nouvelles inégalités, dont quelques-unes très importantes. Une notice indique les méthodes employées et les sources utilisées pour la préparation de la carte.

Le Comité de Direction du Bureau hydrographique international m'a chargé d'offrir cette carte à l'Académie des Sciences en son nom.

NOMINATIONS.

M. **Paul Sabatier** est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration du monument élevé en l'honneur du Maréchal Foch, à Tarbes, le 27 octobre 1935.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Erich Simons. *Die Biochemie der Krebsdisposition, der Krebszelle und des Tumorträgers.*

2° Léonard Euler, 1707-1783 (en langue russe).

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la théorie du corps de classes.* Note de M. **Claude Chevalley**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Nous désignerons par k un corps fini de nombres algébriques. Z étant une extension abélienne quelconque finie de k et $\mathfrak{m}$ un diviseur entier [1]

[1] Nous appelons diviseur entier un produit d'idéaux premiers finis ou infinis de k. Nous emploierons le terme de diviseur premier pour désigner un idéal premier fini ou infini.

de k, nous appellerons groupe de *Takagi* associé $(\bmod \mathfrak{m})$ à Z dans k le groupe des idéaux de k de la forme $\alpha N_{Z/k}\mathfrak{A}$, α parcourant les nombres de k qui sont $\equiv 1 (\bmod \mathfrak{m})$ et $\mathfrak{A}$ les idéaux premiers à $\mathfrak{m}$ de Z. Nous dirons que Z est *corps de classes sur k au sens de Takagi* si l'indice de ce groupe, pour un choix convenable de $\mathfrak{m}$, est égal à $(Z:k)$. Nous rappellerons qu'on peut démontrer d'une manière purement arithmétique que, si Z est une extension cyclique de k, et si $\mathfrak{m}$ est un multiple quelconque du conducteur de Z/k, l'indice du groupe de Takagi associé $(\bmod \mathfrak{m})$ à Z dans k est $\geq (Z:k)$ (¹).

Soit p un nombre premier, et supposons que k contienne les racines $p^{\text{ièmes}}$ de l'unité. Nous allons indiquer le principe d'une méthode permettant de démontrer d'une manière arithmétique que toute extension cyclique de degré p de k est corps de classes sur k au sens de Takagi. Formons un ensemble d'un nombre fini de diviseurs premiers $\mathfrak{p}_1, \mathfrak{p}_2, \ldots, \mathfrak{p}_m$ de k tel que : a, tous les diviseurs premiers de (p) dans k et tous les diviseurs premiers infinis de k soient dans l'ensemble; b, il y ait, dans chaque classe absolue d'idéaux de k, un idéal dont tous les facteurs premiers sont dans l'ensemble; c, pour chaque extension cyclique non ramifiée de degré p de k il y ait un idéal premier de l'ensemble qui ne s'y décompose pas complètement. Désignons par $H_\mathfrak{m}$ le groupe des idéaux de k de la forme $(\alpha)\mathfrak{a}^p$, α parcourant les nombres $\equiv 1 (\bmod \mathfrak{m})$ et $\mathfrak{a}$ les idéaux de k premiers à $\mathfrak{m}$, et par $Z_\mathfrak{m}$ le corps composé de toutes les extensions cycliques de degré p de k dont les discriminants relatifs ne sont divisibles que par des idéaux premiers pris parmi les $\mathfrak{p}_i$. La formule qui permet de démontrer le théorème d'existence des corps de classes (²) donne ici

$$(Z_\mathfrak{m}:k) = h_\mathfrak{m}.$$

Désignons par $\mathfrak{q}_1, \mathfrak{q}_2, \ldots, \mathfrak{q}_r$ des idéaux premiers de k premiers à $\mathfrak{m}$; nous dirons qu'ils sont liés par une relation $(\bmod H_\mathfrak{m})$ s'il existe une combinaison $\mathfrak{q}_1^{a_1}\mathfrak{q}_2^{a_2}\ldots\mathfrak{q}_r^{a_r}$ à exposants a_i non tous divisibles par p qui soit dans $H_\mathfrak{m}$. La formule du théorème d'existence, jointe à la remarque faite plus haut sur les groupes de Takagi des extensions cycliques, permet de démontrer le théorème suivant :

THÉORÈME I. — *Si $\mathfrak{q}_1, \mathfrak{q}_2, \ldots, \mathfrak{q}_r$ sont liés par une relation* $(\bmod H_\mathfrak{m})$ *il existe aussi une relation entre les substitutions de Frobenius* $(Z_\mathfrak{m}/k)/\mathfrak{q}_i$.

(¹) C. CHEVALLEY, *Journ. of Coll. of Sc., Tokyo*, 9, 1933, p. 365.

(²) CHEVALLEY, *loc. cit.*, ou J. HERBRAND et C. CHEVALLEY, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 814.

Désignons par $\mathfrak{g}$ le groupe de Galois de $Z_{\mathfrak{m}}/k$, par Z une extension de degré p de k contenue dans $Z_{\mathfrak{m}}$, par $\mathfrak{h}$ le groupe de Galois de $Z_{\mathfrak{m}}/Z$, par $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_n$ des éléments de $\mathfrak{g}$ formant une base minima de $\mathfrak{h}$, par Z_i $(i=1, 2, \ldots, n)$ les sous-corps de $Z_{\mathfrak{m}}$ qui appartiennent aux groupes (σ_i). On voit facilement qu'il existe pour chaque $i\,(1 \leq i \leq n)$ un idéal premier $\mathfrak{q}_i$ de k dont le corps de décomposition dans l'extension Z/k est Z_i. Soit H le groupe engendré par $H_{\mathfrak{m}}$ et par les $\mathfrak{q}_i$. En vertu de notre théorème, H est un groupe d'indice p. D'autre part, il est contenu dans le groupe de Takagi associé (mod $\mathfrak{m}$) à Z dans k, qui est d'indice $\geq p$: ce groupe de Takagi est donc d'indice p, et par suite Z est corps de classes sur k au sens de Takagi. De plus, on en déduit facilement que les idéaux premiers de H et ceux-là seuls (parmi ceux qui sont premiers à $\mathfrak{m}$) se décomposent complètement dans Z. Par suite, si Z′ est une autre extension cyclique de degré p de k, contenue dans $Z_{\mathfrak{m}}$, les groupes de Takagi associés (mod $\mathfrak{m}$) à Z et à Z′ sont différents.

Si Z est une extension cyclique de degré p quelconque de k, on peut toujours trouver un diviseur $\mathfrak{m}$ tel que $Z \subset Z_{\mathfrak{m}}$. Nous avons donc démontré les théorèmes réciproque d'unicité, de décomposition pour les extensions cycliques de degré p de k.

La démonstration, facile mais un peu compliquée, du théorème énoncé, paraîtra dans un autre Recueil. Nous y montrerons également que les résultats obtenus permettent de fonder, sans faire appel aux moyens de la théorie des fonctions, toute la théorie du corps de classes et de la loi générale de réciprocité.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation de mes résultats précédents relatifs aux séries de Dirichlet.* Note de M. **Jean Braïtzeff**, présentée par M. Jacques Hadamard.

En prenant pour base notre Note *Sur la formule fondamentale, etc.* [1], on peut presque immédiatement généraliser les résultats de toutes nos Notes, insérés aux *Comptes rendus*, à savoir, en supposant *seulement* que la série de Dirichlet

$$(1) \qquad f(s)=\sum_{0}^{\infty} a_n e^{-s\lambda_n}, \qquad 0<\lambda_n<\lambda_{n+1}, \qquad \lim_{n\to\infty} \lambda_n=\infty$$

converge pour quelque valeur finie de la variable complexe s.

[1] *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1718-1720.

Occupons-nous, par exemple, de la représentation de la fonction $f(s)$.

Comme il est bien connu, dans le cas considéré, la série (1) converge dans le demi-plan $R(s)\sigma_0$, où σ_0 est quelque quantité réelle finie. On peut supposer $\sigma_0 < 0$.

En posant $e^{-s} = z$, nous aurons

$$\theta(z) = \sum_0^\infty a_n z^{\lambda_n}. \tag{2}$$

Comme il était indiqué dans nos Notes précédentes, la fonction $\theta(z)$ est définie uniformément sur la surface de Riemann de la fonction $s = -\log z$.

Désignons par A et A′ les étoiles principales de Mittag-Leffler relatives respectivement aux fonctions $f(s)$ et $\theta(z)$.

Cela posé, considérons la fonction

$$F^\alpha(x, z) = \sum_1^\infty n\, e^{-n}\, \psi_\alpha(n^\alpha z)\, x^n, \tag{3}$$

$$\psi_\alpha(n^\alpha z) = \sum_0^\infty \frac{a_q (n^\alpha z)^{\lambda_q}}{\Gamma(\alpha\lambda_q + 2)}, \tag{3'}$$

z étant un point déterminé qui est situé quelque part à l'intérieur de l'étoile A′ et la constante α satisfaisant à la condition

$$0 < \alpha \leqq 1.$$

La seule distinction entre l'expression (3′) et l'expression (3) de notre Note *Sur la formule fondamentale*, *etc.*, est que $e^{\varphi i}$ est remplacé dans l'expression (3′) par z, tandis que, dans l'expression (3), z est remplacé par x/e et $e^{\varphi i}\,\vartheta_\alpha(n^\alpha e^{\varphi i})$ par $\psi_\alpha(n^\alpha z)$.

Mais toutes les transformations de la Note citée s'appliquent immédiatement ici, pourvu que l'on pose, dans la formule d'Abel,

$$\sum_0^n A_s B_s = \sum_0^{n-1} (B_s - B_{s+1}) \sum_0^s A_t + B_n \sum_0^n A_t,$$

$$A_t = a_t z^{\lambda_t}, \qquad B_s = \frac{n^{\alpha\lambda_s+1}}{\Gamma(\alpha\lambda_s + 2)}.$$

Nous aurons donc

$$F_\alpha(x, z) = \sum_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\left(1 + \log\frac{1}{x} + 2k\pi_i\right)^2}\, \theta\left(\frac{z}{\left(1 + \log\frac{1}{x} + 2k\pi i\right)^\alpha}\right). \tag{4}$$

En appliquant à cette formule nos procédés, exposés dans notre Note : *Sur la représentation, etc.* [1], nous aurons

$$\theta(z) = \Delta \lim_{\alpha \to 0} F_\alpha(1, z), \tag{5}$$

où

$$\frac{1}{\Delta} = \sum_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{(1 + 2k\pi i)^2}. \tag{5'}$$

Cette formule a lieu à l'intérieur du domaine A', d'où résulte la relation

$$f(s) = \Delta \lim_{\alpha \to 0} F_\alpha(1, e^{-s}), \tag{6}$$

qui reste valable à l'intérieur du domaine A.

THÉORIE DES GROUPES. — *Rôle de la notion d'hypergroupe dans l'étude des groupes non abéliens.* Note de M. **F. Marty**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Étant donné un ensemble H d'éléments A, B, C, ..., nous le considérerons comme un *hypergroupe normal* [2] si :

1° une multiplication associative est définie dans H, mais par une fonction multiforme; si C est détermination de AB nous écrirons $AB \supset C$;

2° il existe un élément bien défini E (l'élément un) tel que AE et EA aient tous deux comme unique valeur A (quel que soit A);

3° à chaque élément A correspond un inverse A^{-1}, bien défini, tel que

$$(A^{-1})^{-1} = A, \qquad AA^{-1} \supset E, \qquad A^{-1}A \supset E.$$

La notion d'homomorphie et celle d'isomorphie s'étendent aux hypergroupes : une représentation d'un hypergroupe sur (ou dans) un autre est une homomorphie si l'image d'une détermination du produit est détermination du produit des images. Alors l'élément 1 a pour image l'élément 1, deux éléments inverses ont des images inverses. Il y a isomorphie lorsque la correspondance est biunivoque.

On est amené à distinguer des degrés dans l'homomorphie. En parti-

---

(1) *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 1179-1181.

(2) C'est ce que j'appelais hypergroupe complètement régulier dans ma Note des *Comptes rendus du Congrès de Stockholm*, 1934, p. 45.

culier nous dirons qu'il y a *quasi-isomorphie* si : *a*, il y a homomorphie; *b*, l'élément 1 n'est image que de l'élément 1; *c*, toute détermination du produit des images est image d'une détermination du produit.

Enfin l'hypergroupe réciproque s'obtient en échangeant la droite et la gauche dans le produit.

La notion d'hypergroupe normal s'introduit lorsque l'on veut définir des groupes de transformations analytiques dont les éléments ne sont pas des fonctions uniformes. Car si g et f sont multiformes $f(g)$ peut représenter plusieurs fonctions distinctes.

2. Considérons un groupe G et un sous-groupe g, invariant ou non. G peut se diviser en *catégories* par la règle suivante : A et B de G sont de même catégorie si $gBg \supset A$, évidemment symétrique, réflexive et transitive.

Soient trois catégories K, L, M. Si un élément de M est produit d'un élément de K par un élément de L, il en est de même de tout élément de M. Les produits de cette forme parcourent *une ou plusieurs* catégories; si nous les appelons détermination du produit KL, on vérifie facilement que les catégories sont ainsi caractérisées comme éléments d'un hypergroupe. Nous l'appelerons *hypergroupe quotient* G/g.

On constate que l'hypergroupe quotient est un groupe si et seulement si g est sous-groupe invariant : en ce cas il se réduit au groupe quotient, et les catégories s'identifient avec les classes au sens usuel.

La notion d'hypergroupe quotient peut aussi s'étendre au cas d'un sous-hypergroupe normal d'un hypergroupe donné.

Les principaux lemmes de réduction, isomorphie et homomorphie de la théorie du groupe quotient et des sous-groupes invariants s'étendent à la théorie de l'hypergroupe quotient, avec quelques modifications. Indiquons ici le résultat fondamental :

Si $G \supset G_1 \supset G_2$, on a $G/G_2 \supset G_1/G_2$ et G/G_1 est isomorphe de $(G/G_2)/(G_1/G_2)$.

Cela permet, étant donné un hypergroupe normal que l'on sait représenter comme hypergroupe quotient, de ramener la recherche de ses sous-hypergroupes à celle de groupes intermédiaires entre un groupe donné et un sous groupe non invariant.

3. Si nous considérons la subdivision du groupe G en classes à droite de g par exemple, le produit des éléments de la classe de A par ceux de la classe de B se décompose en un certain nombre de classes; car $gAgB = g(AgB)$. Nous définissons ainsi dans les classes un hypergroupe.

On constate que chaque classe appartient à une catégorie déterminée, et que cette représentation de l'hypergroupe des classes sur l'hypergroupe quotient est quasi isomorphe.

Si le sous-groupe est invariant l'hypergroupe des classes se réduit aussi au groupe quotient; mais les applications montrent que dans la plupart des questions l'hypergroupe quotient est plus utile que l'hypergroupe des classes.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur un raisonnement nouveau dans la théorie des fonctions descriptive.* Note [1] de M. **Nicolas Lusin**, transmise par M. Émile Borel.

1. *Problème.* — Il s'agit de la question de savoir : Est-il ou non possible de *définir* un complémentaire analytique $\mathcal{E}$ non nul tel qu'on ne puisse nommer aucun point individuel de cet ensemble $\mathcal{E}$, c'est-à-dire le distinguer sans ambiguïté de tous les autres points de $\mathcal{E}$? Voici les difficultés du problème posé : tout ensemble analytique E (donc tout ensemble mesurable B) a une définition positive, puisque E est l'ensemble des valeurs d'une fonction $f(x)$ discontinue seulement pour x rationnel. Or, le complémentaire $\mathcal{E}$ de E est défini d'une manière *purement négative*, étant la collection des points n'appartenant pas à E. Comme on ne voit pas comment, avec cette définition négative, on peut déterminer un point distingué de $\mathcal{E}$, le problème paraissait n'admettre aucune solution *mathématique*.

Actuellement, la situation est autre : nous possédons maintenant un processus conduisant à *nommer* un point individuel de $\mathcal{E}$ et, en même temps, à « résoudre » des nombreux problèmes dont une solution ne paraissait pas possible. Pour reconnaître la nature de ce raisonnement, nous allons observer les faits.

2. *Données.* — Soit $\mathcal{E}$ un complémentaire analytique *non nul* situé dans $(0 < x < 1)$ et débarrassé des points rationnels. Soit C un crible qui définit $\mathcal{E}$. On peut évidemment supposer : 1° que C est formé d'une infinité dénombrable d'intervalles δ_n parallèles à l'axe OX et compris dans le carré

[1] Séance du 7 octobre 1935.

fondamental $(0 < x < 1,\ 0 < y < 1)$; 2° que la projection orthogonale de δ_n, projection δ_n sur l'axe OX est un intervalle de Baire; 3° que la longueur de δ_n décroît et tend vers zéro lorsque n augmente indéfiniment. Le complémentaire analytique $\mathcal{E}$ est l'ensemble des points x de $(0, 1)$ tels que la perpendiculaire P_x à l'axe OX menée par x coupe le crible C en un ensemble de points R_x bien ordonné conformément à la direction positive de l'axe OY. Dans ces conditions nous avons le développement

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 + \mathcal{E}_1 + \ldots + \mathcal{E}_\alpha + \ldots |\Phi$$

de $\mathcal{E}$ en suite transfinie formée des constituantes $\mathcal{E}_\alpha$ mesurables B, la constituante $\mathcal{E}_\alpha$ étant l'ensemble des points x de $\mathcal{E}$ tels que le type de R_x serait précisément égal à l'indice α de $\mathcal{E}_\alpha$.

Ceci étant, désignons par ρ_n l'ordonnée de δ_n et par C_n la partie du crible C située rigoureusement *au-dessous* de la droite $y = \rho_n$. Soient $\mathcal{E}^{(n)}$ le complémenlaire analytique défini par le crible C_n et

$$\mathcal{E}^{(n)} = \mathcal{E}_0^{(n)} + \mathcal{E}_1^{(n)} + \ldots + \mathcal{E}_\alpha^{(n)} + \ldots | \Phi$$

son développement en constituantes déterminées par C_n. Il importe de remarquer que $\mathcal{E} < \mathcal{E}^{(n)}$ et que tout point de C_α appartient à une constituante $\mathcal{E}_{\alpha'}^{(n)}$, où $\alpha' \leqq \alpha$. Nous sommes ainsi conduit au tableau à double entrée

	$\mathcal{E}_0$	$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$	...	$\mathcal{E}_\omega$	...	$\mathcal{E}_\alpha$	...	Ω
δ_1	$\mathcal{E}_0^{(1)}$	$\mathcal{E}_1^{(1)}$	$\mathcal{E}_2^{(1)}$	...	$\mathcal{E}_\omega^{(1)}$	...	$\mathcal{E}_\alpha^{(1)}$	...	
δ_2	$\mathcal{E}_0^{(2)}$	$\mathcal{E}_1^{(2)}$	$\mathcal{E}_2^{(2)}$	...	$\mathcal{E}_\omega^{(2)}$	...	$\mathcal{E}_\alpha^{(2)}$	...	
..	...	...	...	...	...	...	...	...	
δ_n	$\mathcal{E}_0^{(n)}$	$\mathcal{E}_1^{(n)}$	$\mathcal{E}_2^{(n)}$	...	$\mathcal{E}_\omega^{(n)}$	...	$\mathcal{E}_\alpha^{(n)}$	...	
..	...	...	...	...	...	...	...	...	

aux lignes horizontales transfinies et verticales simplement infinies.

3. *Processus.* — Soit H un ensemble de points donné sûrement non nul, $H \neq 0$, et contenu dans proj. $\delta_k \times \mathcal{E}_\alpha^{(k)}$, k et α étant fixes. Soit $\delta_{k'}$ $(k' > k)$ le *premier* (*principe minimum*) intervalle dans la suite $\delta_1, \delta_2, \ldots$, tel que $K' = $ proj. $\delta_{k'} \times H$ soit non nul, $K' \neq 0$; nous écrivons $H' = K' \times \mathcal{E}_{\alpha'}^{(k')}$, en choisissant le nombre transfini (ou fini) α' de manière que l'ensemble H' soit non nul, $H' \neq 0$. Il est évident qu'il y a de tels nombres α' et que $\alpha' < \alpha$; parmi eux, nous pouvons prendre pour α' le plus petit. D'ailleurs, il est clair que proj. $\delta_k >$ proj. $\delta_{k'}$ et $H > H'$. L'intervalle $\delta_{k'}$ et l'ensemble H sont dits *déduits* respectivement de l'intervalle δ_k et de l'ensemble H *par l'application du processus*.

4. *Point* effectif *dans* $\mathcal{E}$. — Appliquons le processus à la première constituante $\mathcal{E}_\beta$ de $\mathcal{E}$ *non nulle*, $H = \mathcal{E}_\beta$; nous déduisons un intervalle $\delta_{k'}$, et un ensemble H′. Appliquons ensuite le processus à l'intervalle $\delta_{k'}$ et à l'ensemble H′; nous déduisons un intervalle $\delta_{k''}$ et un ensemble H″, et *ainsi de suite*. Nous déduisons ainsi une suite infinie des intervalles $\delta_{k'}$, $\delta_{k''}$, ..., $\delta_{k^{(\nu)}}$, ... On voit bien qu'il existe un point et un seul qui appartient aux projections de tous ces intervalles; soit ξ ce point. Je dis que $\xi < \mathcal{E}_\beta$.

Tout d'abord, la perpendiculaire P_ξ coupe sûrement tous les intervalles $\delta_{k^{(\nu)}}$. Il importe de remarquer que P_ξ ne coupe aucun des autres intervalles δ_n. En effet, si $k^{(\nu-1)} < n < k^{(\nu)}$ et si P_ξ coupe δ_n, nous avons proj. $\delta_n >$ proj. $\delta_{k^{(\nu)}}$ et, par suite, proj. $\delta_n > H^{(\nu)}$. Or, d'après le principe minimum, $\delta_{k^{(\nu)}}$ est le *premier* intervalle suivant de $\delta_{k^{(\nu-1)}}$ et contenant $H^{(\nu)}$; donc, $\delta_{k^{(\nu)}}$ était mal choisi.

D'autre part, à chaque intervalle $\delta_{K^{(\nu)}}$ correspond le seul ensemble $H^{(\nu)} = K^{(\nu)} \mathcal{E}^{K^{(\nu)}}_{\alpha^{(\nu)}}$, donc le seul nombre transfini (ou fini) $\alpha^{(\nu)}$. Prenons $H^{(i)}$ et $H^{(j)}$, i et j étant quelconques, et un entier positif m tel que $m > i$ et $m > j$. Nous avons $H^{(i)} > H^{(m)}$ et $H^{(j)} > H^{(m)}$. Soit x_0 un point de $H^{(m)}$; il est clair que $x_0 < H^{(i)} < \mathcal{E}^{(K^i)}_{\alpha^{(i)}}$ et $x_0 < H^{(j)} < \mathcal{E}^{(K^j)}_{\alpha^{(j)}}$. Or, si $\rho_{K^{(i)}} = \rho_{K^{(j)}}$, le crible $C_{K^{(i)}}$ est une partie aliquote du crible $C_{K^{(j)}}$ et, par suite, $\alpha^{(i)} < \alpha^{(j)}$. Ceci prouve que l'ensemble des points R_ξ est semblable à un ensemble formé des nombres transfinis (ou finis) $\alpha^{(\nu)}$. Donc R_ξ est bien ordonné et, par conséquent, $\xi < \mathcal{E}$. Or, comme $\alpha^{(\nu)} < \beta$, ξ appartient sûrement à $\mathcal{E}_\beta$.

5. *Le nommable non calculable*. — Le point ξ de E est nommé au sens de M. H. Lebesgue, et ceci d'une manière précise et sans ambiguïté possible. Mais *ce point ξ n'est pas calculable : on ne peut jamais obtenir même la première décimale du nombre ξ, puisque la détermination de ξ dépend effectivement de* tous *les nombres transfinis de seconde classe*. On ne peut pas avoir ξ en fonction des coordonnées des δ_n. Le continu est plein des nombres nommables; on peut raisonner sur ces nombres, mais on ne peut jamais les calculer au sens de Euler-Borel.

ÉLASTICITÉ. — *Remarque relative à une tige circulaire, mince, articulée à ses deux extrémités et soumise à une pression normale et uniforme*. Note de M. **André Charrueau**, présentée par M. Henri Villat.

Considérons une tige mince GG′, élastique, homogène et de section constante, circulaire à l'état naturel, soumise à une pression normale et

uniforme sur toute sa longueur, et fixée et articulée à chacune de ses extrémités G et G'. On suppose, en outre, sa longueur invariable, comme l'a fait Halphen dans son Mémoire sur une courbe élastique (¹).

Soient : p, la pression par unité de longueur de la tige; R, le rayon de l'arc de circonférence initial; $2R\alpha$, sa longueur $(0 < \alpha < \pi)$; I, le moment d'inertie de la section de la tige par rapport à un axe mené au centre de gravité de cette section perpendiculairement au plan de l'arc; E, le coefficient d'élasticité.

L'arc de circonférence est figure d'équilibre, quelle que soit la pression.

Nous allons revenir sur un problème classique dont il n'a été donné, à notre connaissance, qu'une solution incomplète.

Nous voulons déterminer les valeurs de p, dites critiques, pour chacune desquelles une suite de figures d'équilibre planes, autres que l'arc de circonférence, peut apparaître en partant de ce dernier. Nous supposons infinies la limite d'élasticité et la résistance de la matière, afin de pouvoir considérer, du point de vue mathématique, les suites de pressions critiques que donne le calcul.

Le centre des forces élastiques des courbes élastiques planes sous pression normale uniforme pouvant donner des solutions est toujours placé sur la perpendiculaire Δ, menée à la corde GG' par son milieu; ceci résulte de ce qu'il existe des articulations en G et G' et de ce que la résultante des pressions a un moment nul en tout point à égale distance de G et de G', donc est dirigée suivant Δ.

On peut résoudre le problème considéré de deux manières :

1° soit, à l'aide des fonctions elliptiques, en partant des formules et séries données par Halphen, dans son Mémoire précité;

2° soit en partant des équations du début de la théorie de l'élastique plane, à pression uniforme, et, sans faire l'inversion des intégrales, en appliquant une méthode de développements en séries voisine de celle que nous avons employée pour l'étude de problèmes concernant l'équilibre de masses fluides en rotation, auxquels, d'ailleurs, la théorie des fonctions elliptiques n'était pas applicable (²).

On trouve les deux suites infinies suivantes de valeurs critiques de p,

(¹) Halphen, *Journal de l'École Polytechnique*, 1ʳᵉ série, 54ᵉ Cahier, 1886, p. 183.

(²) *Bull. Soc. mathématique de France*, 61, 1933, fasc. III-IV, p. 159 à 181.

correspondant à une pression extérieure,

1° $$p = \frac{EI(n^2\pi^2 - \alpha^2)}{R^3\alpha^2}, \quad \text{avec } n = 1, 2, 3, 4, \ldots;$$

2° $$p = \frac{EI(X^2 - \alpha^2)}{R^3\alpha^2},$$

où X doit prendre successivement les valeurs des solutions positives supérieures à π de l'équation transcendante

$$\frac{\tang X - X}{X^3} = \frac{\tang \alpha - \alpha}{\alpha^3}.$$

La *première* suite correspond à des figures comprenant $2n - 1$ éléments entiers de courbe élastique ($n = 1, 2, 3, 4, \ldots$), avec, aux deux extrémités, deux arcs qui, bout à bout, donneraient un autre élément entier de courbe élastique (par élément entier nous entendons l'arc compris entre le point de tangence de l'élastique avec une de ses circonférences limites et le point de tangence suivant de l'élastique avec l'autre circonférence limite).

La *deuxième* suite correspond à des figures symétriques par rapport à Δ, comprenant $2n$ éléments entiers ($n = 1, 2, 3, 4, \ldots$) et, aux deux extrémités, deux parties d'élément identiques.

La valeur critique la plus faible est celle de la première suite, qui correspond à $n = 1$.

ÉLASTICITÉ. — *Sur le flambage des plaques minces cylindriques.* Note de MM. **Bernard Laffaille** et **Florin Vasilesco**, présentée par M. Henri Villat.

Nous avons étudié [1] le flambage d'une plaque cylindrique soumise à une pression *uniforme* s'exerçant dans la direction des génératrices, au moyen de deux panneaux compresseurs. Dans la présente Note, nous considérons le cas où la plaque est soumise à une pression *non uniforme* variant suivant une loi connue, imposée par l'utilisation pratique. La loi qui nous intéresse plus spécialement sera indiquée plus loin. Pour l'étude qui suit supposons-la générale et soit $pf(\theta)$ la pression variable, p étant une constante dont la valeur minimum, qui permet une déformation élas-

[1] *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 537. Les notations de cette Note sont utilisées ici également.

tique de flambage, est la *charge critique* recherchée. On supposera de plus $f(\theta)$ de période Φ et paire; soit A_n son coefficient de Fourier d'ordre n.

En prenant le même déplacement que dans la Note précédente et en utilisant la même méthode, on obtient deux solutions qui rendent extremum l'énergie totale :

1° q pair

$$a^0_{2s-1} = -\frac{A_0}{2}\frac{8pl}{\pi^2 E'}\frac{1}{(2s-1)^2} \quad \text{et} \quad a^n_{2s-1} = -\frac{A_n}{2}\frac{8p}{lE'}\frac{1}{\frac{\pi^2}{l^2}(2s-1)^2 + \frac{1-\sigma}{2r^2}\left(\frac{2\pi}{\Phi}\right)^2 n^2},$$

les autres coefficients étant nuls et p étant égal à

$$p = \frac{E}{1-\sigma^2}\frac{2}{A_0 - A_a}\left[\left\{1 + \frac{h^2}{3}\frac{1}{r^2}\left[1 - \left(\frac{a\pi}{\Phi}\right)^2\right]^2\right\}\frac{l^2}{r^2\pi^2 q^2} + \frac{h^2}{3}\frac{\pi^2 q^2}{l^2} + \frac{2h^2}{3r^2}\left[-\sigma + \left(\frac{a\pi}{\Phi}\right)^2\right]\right],$$

où, pour le minimum, $a = 1$ et q a la valeur donnée dans la Note précédente.

2° q impair et a pair. Mêmes valeurs pour les coefficients avec, en plus,

$$b^{\frac{a}{2}}_{q} = \frac{\sigma}{r}\frac{q\pi}{l}C\frac{1}{\frac{q^2\pi^2}{l^2} + \frac{1-\sigma}{2r^2}\left(\frac{2\pi}{\Phi}\right)^2\frac{a^2}{4}},$$

p ayant la même expression, sauf qu'il faut ajouter entre les crochets le terme

$$-\frac{\sigma^2}{r^2} - \frac{1}{\frac{q^2\pi^2}{l^2} + \frac{1-\sigma}{2r^2}\left(\frac{2\pi}{\Phi}\right)^2\frac{a^2}{4}}$$

et que pour le minimum il faut prendre $a = 2$ et pour q l'entier impair le plus voisin des deux nombres

$$\frac{l\sqrt[4]{3}}{\pi\sqrt{rh}}\sqrt[4]{1 - 2\sigma^2 + \frac{h^2}{3}\left[1 - \left(\frac{2\pi}{\Phi}\right)^2\right]^2} \quad \text{et} \quad \frac{l\sqrt[4]{3}}{\pi\sqrt{rh}}\sqrt[4]{1 + \frac{h^2}{3}\left[1 - \left(\frac{2\pi}{\Phi}\right)^2\right]^2}.$$

Discussion. — Si l'on prend $f(\theta) = 1$, la solution 1° donne le cas étudié dans la Note précédente. La solution 2° est celle où la pression est uniforme et ne s'exerce plus d'une façon rigide (panneaux compresseurs), mais de manière telle que les pressions élémentaires $p2h\,ds$ (ds étant l'élément d'arc du bord circulaire) agissent indépendamment les unes des autres (par exemple, sous l'effet d'une charge liquide). En ce cas, $u(\theta, 0) = -u(\theta, l)$ dépend de θ. La charge critique est, comme il fallait s'y attendre, inférieure à celle du cas 1°.

Enfin, si $f(\theta)$ est quelconque, on prendra celle des deux solutions 1° et 2° qui donne à p la plus petite valeur.

3° *Cas particulier.* — Soit

$$f(\theta)=1-\frac{2}{1-\cos\frac{\Phi_1}{2}}\left[1-\cos\left(\frac{\Phi}{2}-\theta\right)\right],$$

ce qui peut correspondre à la zone comprimée de la flexion simple en résistance des matériaux classique, pour une plaque d'ouverture Φ_1. On a

$$\sin\frac{\Phi_1}{4}=\sqrt{2}\sin\frac{\Phi}{4}$$

et

$$\frac{\Phi}{2}A_0=\left(1-\frac{2}{1-\cos\frac{\Phi_1}{2}}\right)\Phi+\frac{2}{1-\cos\frac{\Phi_1}{2}}2\sin\frac{\Phi}{2},$$

$$\frac{\Phi}{2}A_n=-\frac{4\sin\frac{\Phi}{2}}{1-\cos\frac{\Phi_1}{2}}\,\frac{1}{n^2\left(\frac{2\pi}{\Phi}\right)^2-1}.$$

Application. — Tôle en acier laminé :

$E=2.10^{10}$ kg/mm², $2h=0^{m},003$, $r=1^{m},8$, $\Phi=\frac{\pi}{2}$, $i=1$, $\sigma=0,3$,

caractéristiques envisagées dans la Note précédente. On a trouvé dans cette Note, qui est le cas 1°, $p=21,2$ kg/mm². On trouve dans le cas 2°, $p=20,7$ kg/mm², et dans le cas 3° $2/(A_0-A_1)=1,33$, d'où

$$p=28,2 \text{ kg/mm}^2.$$

En effet, l'expérience montre que, dans le cas d'une flexion simple, la charge critique, caractérisée comme nous l'avons fait, est supérieure à la charge de compression simple.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur la question du mouvement plan des fluides pesants.* Note [1] de M. **N. Slioskine**, présentée par M. Henri Villat.

En modifiant une méthode de M. H. Villat [2] nous allons examiner le mouvement d'un fluide pesant dans un canal, dont le fond a une forme

---

(1) Séance du 25 septembre 1935.

(2) *Ann. École Normale sup.*, 3, 1916, p. 32; *Comptes rendus*, 156, 1913, p. 58.

quelconque et qui s'étend des deux côtés jusqu'à l'infini, la paroi supérieure s'étend seulement en amont jusqu'à l'infini et la partie limite restante représente une surface libre.

Posons

$$(1) \qquad z = x + iy; \quad w = \varphi + i\psi; \quad \omega = \Theta + i\tau; \quad \frac{dw}{dz} = q_0 e^{-i\omega},$$

où q_0 est la vitesse sur la surface libre à l'infini. Soit pour le fond $\psi = 0$ et pour la limite supérieure $\psi = \pi$. Admettons $\varphi = 0$ pour le point de décollement du jet fluide. Les données sur la surface libre dans la région de la variable W seront représentées alors sous la forme suivante :

$$(2) \qquad \frac{d\tau}{d\varphi} e^{3\tau} + \frac{g}{q_0^3} \sin\Theta = 0.$$

Introduisons deux plans de variables auxiliaires U et V, dont les régions de variation seront les demi-circonférences de rayon 1 dans le demi-plan supérieur.

Dans la région de la variable U nous représenterons le plan de la variable W sur une bande de largeur π, les parois étant disposées sur la demi-circonférence et la surface libre sur le diamètre. On écrira

$$(3) \qquad W = \mathrm{Log}\left[-\frac{2(U^2+1)}{(U+1)^2}\right].$$

Représentons la région W sur un plan V, de façon que les parois soient disposées sur le diamètre et la surface libre sur la demi-circonférence

$$(4) \qquad W = \mathrm{Log}\frac{4V}{(V-1)^2}.$$

La correspondance entre U et V sera donc

$$(5) \qquad \frac{U^2+1}{2U} = -\frac{2V}{V^2+1}.$$

La condition (2) prendra, dans le plan V, la forme

$$(6) \qquad V = e^{i\alpha}, \quad \frac{d\tau}{d\alpha} e^{3\tau} - \frac{g}{q_0^3} \cot\frac{\alpha}{2} \sin\Theta = 0.$$

Nous allons résoudre le problème envisagé dans la région de la variable U sans tenir compte de la pesanteur. Soit cette solution $\omega_1(U)$. Si les parois sont données sous la forme intrinsèque

$$\rho = \rho(\Theta),$$

la partie imaginaire $\omega_1(U)$, qui se trouve sur la demi-circonférence pourra être définie par l'équation intégro-différentielle

$$(7)\qquad \tau_1(\varepsilon) = \frac{1}{q_0}\int_0^\pi \frac{1}{\rho(\Theta_1)} e^{-\tau_1(\alpha)} \operatorname{tang}\frac{\alpha}{2} \operatorname{Log}\left|\frac{\sin\frac{\alpha-\varepsilon}{2}}{\sin\frac{\alpha+\varepsilon}{2}}\right| d\alpha,$$

où, d'après la formule de Dini,

$$\Theta_1(\varepsilon) = \frac{1}{2\pi}\int_0^\pi \tau_1'(\alpha) \operatorname{Log}\frac{1}{16\sin^2\frac{\alpha-\varepsilon}{2}\sin^2\frac{\alpha+\varepsilon}{2}} d\alpha.$$

Connaissant $\tau_1(\varepsilon)$, d'après la formule de Schwartz, on trouvera $\omega_1(U)$ et ensuite, d'après (5), on trouvera $\omega_1(V)$.

Dans le plan V, prenons la fonction $\omega_2(V)$, dont la partie réelle sur le diamètre réel (correspondant aux parois) est égale à zéro, la partie imaginaire est donnée sur la demi-circonférence. Une telle fonction sera

$$(8)\qquad \omega_2(V) = \frac{i}{\pi}\int_0^\pi \tau_2(\alpha)\frac{1-V^2}{1-2V\cos\alpha+V^2} d\alpha + C,$$

et nous aurons les formules de Dini

$$(9)\qquad \begin{cases} \Theta_2(\varepsilon) = -\dfrac{1}{\pi}\displaystyle\int_0^\pi \tau_2'(\alpha) \operatorname{Log}\left|\frac{\sin\frac{\alpha-\varepsilon}{2}}{\sin\frac{\alpha+\varepsilon}{2}}\right| d\alpha + C, \\[2ex] \tau_2(\varepsilon) = \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\int_0^\pi \Theta_2'(\alpha) \operatorname{Log}\frac{1}{16\sin^2\frac{\alpha-\varepsilon}{2}\sin^2\frac{\alpha+\varepsilon}{2}} d\alpha. \end{cases}$$

Posons maintenant

$$\omega(V) = \omega_1(V) + \omega_2(V).$$

Cette fonction possède les propriétés suivantes :

Elle est holomorphe partout à l'intérieur de la demi-circonférence (V); elle est continue et limitée aux frontières; sa partie réelle, sur le diamètre réel, est égale à Θ_1 et elle peut être déterminée seulement par la fonction $\omega_1(V)$; la partie imaginaire de cette fonction sur la demi-circonférence est égale à $\tau_2(\varepsilon)$ et la partie réelle est égale à $\Theta_1 + \Theta_2$.

C'est $\omega(V)$ qui sera, par conséquent, la solution du problème envisagé dans le cas si la condition (6) est satisfaite.

Si nous remplaçons $\tau = \tau_2$ et $\Theta = \Theta_2 + \Theta_1$ dans la condition (6) et si

nous prenons (9), nous aurons l'équation intégro-différentielle pour déterminer $\Theta_2(\varepsilon)$

$$(10) \qquad \Theta_2(\varepsilon) = -\frac{g}{\pi q_0^3} \int_0^\pi e^{\frac{3}{2\pi}\int_0^\pi \Theta_2'(\varepsilon) \operatorname{Log} \frac{1}{16 \sin^2 \frac{\alpha-\varepsilon}{2} \sin^2 \frac{\alpha+\varepsilon}{2}} d\varepsilon} \times \sin(\Theta_2 + \Theta_1) \cot \frac{\alpha}{2} \operatorname{Log} \left| \frac{\sin \frac{\alpha-\varepsilon}{2}}{\sin \frac{\alpha+\varepsilon}{2}} \right| d\alpha + C.$$

La solution du problème du mouvement plan des fluides pesants avec limites libres dépend de la solution des deux équations intégro-différentielles (7) et (10).

ÉLECTRICITÉ. — *Effets de la variation périodique de la concentration des atomes neutres de la vapeur, dans une lampe à courant alternatif au sodium.* Note [1] de MM. **Willem Uyterhoeven** et **Cornelis Verburg**, présentée par M. Marcel Brillouin.

Lorsqu'on prend un oscillogramme du courant I_l, de la tension aux bornes V_l et de l'intensité I de la lumière jaune, sur une lampe à vapeur de sodium, alimentée sous une tension alternative sinusoïdale de 50 périodes, on trouve des courbes telles que celles représentées dans la figure ci-après [2].

En abscisses se trouvent portés les temps, en ordonnées les valeurs instantanées du courant I_l, de la tension V_l et de l'intensité I, les deux premières étant positives dans la première phase, négatives dans la seconde. La longueur totale du diagramme correspond à la durée d'une période, soit 1/50 de seconde. On remarque que seul le courant I_l a une allure à peu près sinusoïdale, la tension V_l et l'intensité lumineuse I étant fortement déformées comparées au courant. Les trois grandeurs sont pratiquement en phase, puisqu'elles s'annulent en même temps. Cette déformation provient du fait que la décharge a lieu dans un mélange de néon et de vapeur de sodium, la concentration des atomes normaux de ce dernier variant sous l'influence de la décharge elle-même [3].

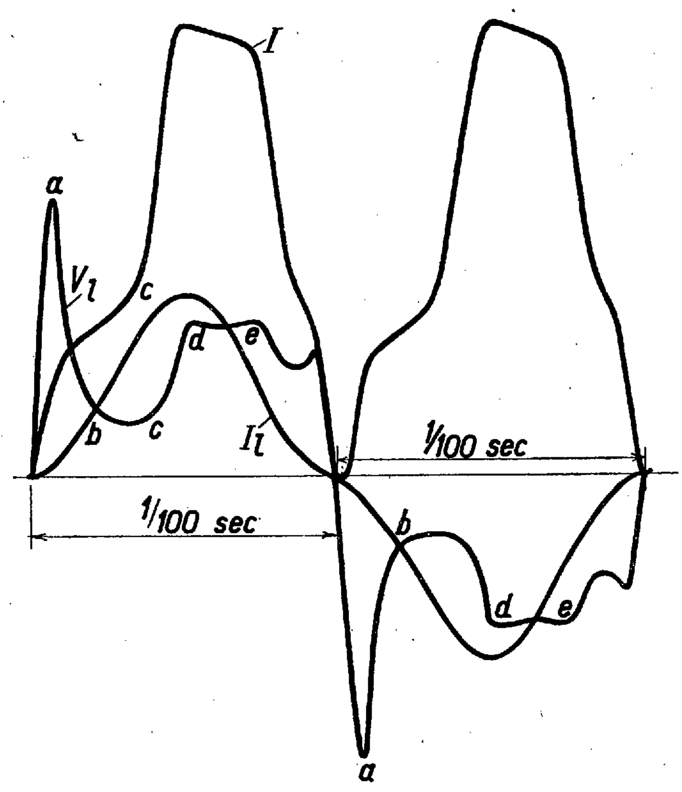
---

(1) Séance du 7 octobre 1935.

(2) Des courbes plus ou moins analogues se trouvent reproduites dans un article de C. G. Found, *Gen. El. Rev.*, 37, juin 1934, p. 276.

(3) W. Uyterhoeven, J. Bruynes et C. Verburg, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1653.

Au moment du passage à zéro du courant il existe dans le tube une certaine concentration d'atomes neutres de sodium, fonction de la température de la partie de la paroi où se trouve déposé l'excès du métal. La tension présente la pointe d'amorçage *a*, bien connue des décharges à courant alternatif, puis retombe à une valeur plus faible *b*. Le courant, et avec lui l'intensité, augmentent avec le temps, jusqu'à un moment donné *c*,



Oscillogrammes donnant la variation du courant I_l, de la tension V_l et de l'intensité I au cours d'une période pour lampe à vapeur de sodium. (Type Philips SO, 100, stabilisation par self.)

où le courant continue à augmenter régulièrement, mais où la variation de l'intensité lumineuse change brusquement en même temps que la tension augmente. Le nombre d'ions positifs formés par unité de temps, proportionnel au courant, est devenu comparable au nombre d'atomes de sodium pénétrant dans la décharge. A cause du faible potentiel d'ionisation du sodium ($V_i = 5,1$ V) comparé à celui du néon ($V_i = 21,5$ V) pratiquement tous les ions sont des atomes de Na ionisés, et le nombre d'atomes libres de Na a diminué. La distance moyenne parcourue par un ion depuis

l'instant de sa formation jusqu'à sa neutralisation sur la paroi diminue, l'ionisation se faisant peu de temps après l'évaporation et près de la paroi : une sorte d'effet superficiel. La contribution de chaque ion à la charge spatiale positive, nécessaire pour compenser la charge spatiale négative des électrons transportant le courant (et permettant de ce chef le passage de ce dernier), diminue et il faut donc plus d'ions [1]. Ceci explique le maximum *d*, *e* dans V_b. Le temps qu'il faut aux ions Na^+ pour arriver à la paroi, peut être calculé à partir de leur mobilité ; on obtient des valeurs de l'ordre de 10^{-3} sec. Après neutralisation les ions s'évaporent comme atomes et la concentration de ceux-ci augmente, ce qui entraîne un accroissement de l'intensité. Cette dernière doit cependant de nouveau décroître lorsque le courant diminue sensiblement. La différence de phase entre les deux maxima, de courant et d'intensité, doit augmenter avec la fréquence de la tension appliquée, ce qui a été contrôlé expérimentalement.

L'interprétation donnée ci-dessus peut encore être vérifiée de diverses façons : à température constante la déformation de V_l et de I devient en effet plus prononcée lorsque la densité de courant augmente. Elle devient moins marquée lorsqu'à courant constant on augmente la température, c'est-à-dire la tension de vapeur du Na. La forme de la raie du Na, étudiée au moyen d'un instrument à forte dispersion (Lummer Gehrcke), présente une variation en fonction du temps, qui peut être interprétée complètement en partant de la variation périodique de la concentration des atomes neutres de Na. Finalement l'application d'un champ magnétique longitudinal permet de diminuer la diffusion transversale des électrons, et de ce fait aussi celle des ions. Ceci doit entraîner entre autre une augmentation et une durée plus longue du maximum (de) dans V_l ; l'expérience a confirmé également cette déduction.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le potentiel explosif de l'hydrogène en haute fréquence.* Note de M. **Raymond Zouckermann**, présentée par M. Aimé Cotton.

Penning [2] a établi que la présence de certaines impuretés modifiait notablement le potentiel explosif d'un gaz, dans le cas d'une décharge en courant continu, avec électrodes intérieures.

---

(1) W. Uytterhoeven et C. Verburg, *Comptes rendus*, **200**, 1935, 536.
(2) Penning, *Zts. f. Phys.*, **46**, 1927 p. 335.

J'ai montré [1] qu'on peut observer le même effet, dans des conditions expérimentales très sûres, dans le cas de la décharge en haute fréquence avec éléctrodes extérieures. Il en résulte que la mesure des potentiels explosifs exige une très grande pureté du gaz étudié. En particulier, la vapeur du mercure, même à la très faible pression qui correspond à la saturation à la température ordinaire, peut changer la valeur du potentiel explosif. C'est en me plaçant à ce point de vue que j'ai repris quelques-unes des mesures de H. Gutton [2] sur le potentiel explosif de l'hydrogène.

Les mesures étaient faites dans les conditions précédemment décrites [3]. Le tube à décharges en silice était relié à la canalisation en pyrex par l'intermédiaire d'un joint soudé et de deux pièges à mercure. Avant chaque série d'expériences le tube et la canalisation jusqu'au premier piège à mercure étaient chauffés à 500° pendant plusieurs heures pendant qu'on maintenait le vide.

Voici les résultats obtenus pour les longueurs d'onde 101^{m} et 12^{m}.

1° $\lambda = 101^{m}$ (fréquence $297 . 10^{4}$ sec^{-1}). — La courbe du potentiel explosif en fonction de la pression est du type des courbes de Paschen, pour l'hydrogène en présence ou non du mercure.

Pour l'hydrogène pur, le potentiel explosif V_e diminue à peu près linéairement avec la pression depuis 470 volts (pour $0^{mm},6$) jusqu'à un minimum V_{eM} de 342 volts (vers $0^{mm},2$). Quand la pression continue à diminuer, V_e augmente très rapidement (1000 volts vers $0^{mm},05$). Cette croissance rapide du potentiel explosif s'accompagne d'un changement complet de l'aspect de la décharge. Pour les grandes pressions, la lueur, de couleur rose, est localisée sous les électrodes ou à leurs abords, le centre du tube restant presque obscur. Au contraire, pour les pressions inférieures à celle qui correspond au minimum (p_M), le centre du tube est occupé par une masse ovoïde rose très lumineuse.

La présence du mercure change totalement l'aspect de la décharge, qui devient bleue et dans laquelle domine le spectre du mercure. En même temps le potentiel explosif augmente pour les pressions inférieures à p_M, mais reste inchangé pour les pressions supérieures ou égales à P_M.

2° $\lambda = 12^{m}$ (fréquences $= 25^{5} . 10^{6}$ sec^{-1}). — Pour ces fréquences, V_e est mesurable jusqu'aux plus faibles pressions qu'on puisse obtenir ($< 0^{\mu},01$).

(1) R. Zouckermann, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 409.
(2) H. Gutton, *Ann. de Phys.*, **13**, 1930, p. 62-129.
(3) R. Zouckermann, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1478.

Mais dans l'hydrogène pur, aux très basses pressions, la décharge est très peu lumineuse, visible seulement dans l'obscurité la plus complète, et donne lieu à une fluorescence verte ou violette du tube. Lorsqu'on augmente graduellement le champ produit par le générateur, on ne constate au moment de l'allumage aucune discontinuité dans l'augmentation de la tension aux bornes du tube.

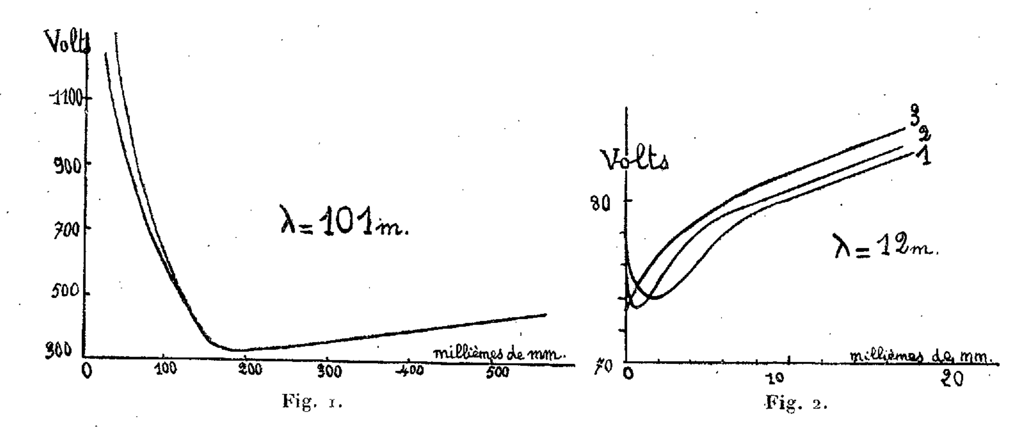


Fig. 1. Fig. 2.

En présence de Hg, au contraire, même aux plus basses pressions (non mesurables à la jauge), la conductibilité du tube est encore suffisante pour produire au moment de l'allumage une brusque diminution de tension aux bornes.

Les courbes de V_e/p ressemblent également aux courbes de Paschen et comportent un minimum.

Dans l'hydrogène pur $V_{eM} = 74$ volts, $p_M = 2$ μ environ.

Mais l'influence d'un réfrigérant (air liquide) autour du piège à mercure devient très grande (surtout au voisinage du minimum), ce qui décèle l'influence du mercure et peut-être, malgré les précautions prises, d'autres impuretés : néanmoins le spectre de la décharge n'a jamais contenu que les raies du mercure, de l'hydrogène atomique et de l'hydrogène moléculaire.

En présence de mercure V_{eM} et p_M diminuent. Cette modification se fait assez lentement, au fur et à mesure de l'arrivée de Hg dans le tube, pour qu'on puisse suivre la déformation de la courbe. La figure 2 représente trois courbes dont la courbe 1 est celle de l'hydrogène pur. Les courbes 2 et 3 sont obtenues à quelques minutes d'intervalle, après le retrait de l'air liquide du piège situé le plus près du tube à décharges, l'autre piège continuant à fonctionner. La courbe 3 comporte en réalité un minimum pour une pression très faible.

MAGNÉTISME. — *Le paramagnétisme du gadolinium métallique au-dessus de son point de Curie.* Note [1] de M. **Félix Trombe**, transmise par M. Pierre Weiss.

Le gadolinium métallique [2], dont les propriétés ferromagnétiques ont été annoncées récemment [3], a été étudié au-dessus de son point de Curie ferromagnétique 16° ± 2 jusqu'à 360° C.

L'appareil de mesure des susceptibilités est du type décrit par Foëx et Forrer [4]. Le gadolinium est contenu dans un tube de quartz scellé sous vide et solidaire de l'équipage mobile de l'appareil; le métal est chauffé, entre les pièces polaires de l'électroaimant, par un four à résistance de nichrome refroidi extérieurement par une circulation d'eau [4].

Le repérage des températures est obtenu par les indications d'un thermocouple soudé sur une cloche d'argent qui est fixée elle-même au four chauffant par l'intermédiaire d'isolants thermiques convenables. L'étalonnage de la cloche d'argent en températures est fait préalablement par un deuxième couple qui occupe sensiblement dans le four, la même position que le gadolinium pendant les mesures de susceptibilité. Entre les points fixes utilisés, la détermination des températures est obtenue par étalonnage magnétique [5] à l'aide de pyrophosphate de manganèse.

Pour chaque série de mesures de susceptibilité du gadolinium et de la substance étalon, la température du four est stabilisée à une fraction de degré. A 27°,4 C. la susceptibilité spécifique du gadolinium est très élevée $\chi = 4797 \cdot 10^{-6}$. La représentation des inverses de χ en fonction de la température (voir figure ci-contre) donne, comme pour la plupart des ferromagnétiques, une partie courbée, qui s'étend jusqu'à environ 90° C.

De 90° C. à 360° C. on obtient une droite bien définie.

En tenant compte de la valeur limite de $1/\chi = H/\sigma$ donnée par le champ démagnétisant au *point de Curie ferromagnétique*, le *point de Curie paramagnétique* peut être fixé à 29°,5 C., soit 302°,7 K. Le point de Curie ferromagnétique [3] est à 16° C. Le moment paramagnétique conventionnel

---

(1) Séance du 7 octobre 1935.

(2) F. Trombe, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 459.

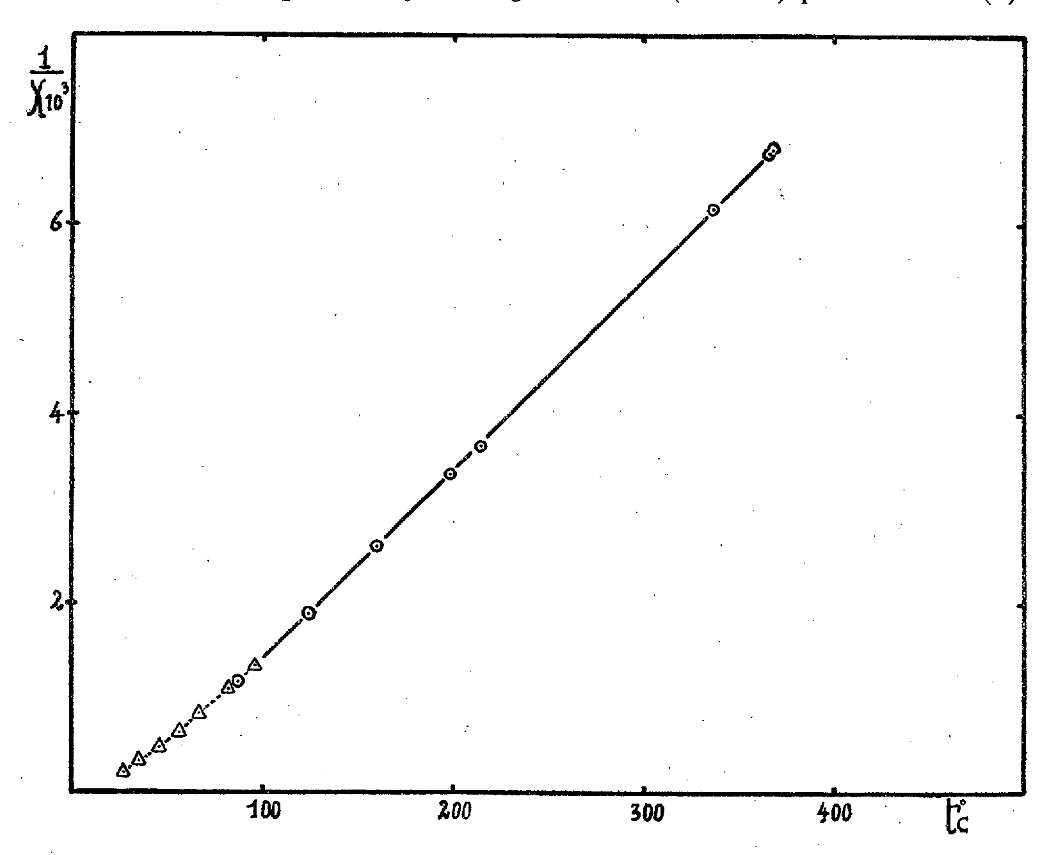
(3) G. Urbain, P. Weiss et F. Trombe, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2132.

(4) Foëx et Forrer, *J. de Phys.*, 6e série, 7, 1926, p. 180.

(5) Paule Collet et G. Foëx, *J. de Phys.*, 7e série, 2, 1931, p. 353.

c'est-à-dire calculé au moyen de la formule de Langevin, est de 39,28 magnétons de Weiss.

Il est très sensiblement égal au moment déterminé très récemment et calculé de même pour l'oxyde de gadolinium (Gd^2O^3) par Cabrera (¹)



($M_W = 39,25$) et également très voisin de la valeur théorique pour l'ion Gd^{+++} 39,26. Des résultats analogues avaient été obtenus en 1934 pour le néodyme métallique entre 100 et 290°K. (²). C'est donc la deuxième fois que, dans la famille des terres rares, l'égalité des moments de l'ion et du métal se rencontre.

Il est à remarquer que pour le gadolinium ferromagnétique le moment mesuré 35,4 [G. Urbain, *loc. cit.*] est aussi très voisin du moment théorique 34,7 magnétons de Weiss ou 7 magnétons de Bohr, correspondant à l'alignement des 7 spins.

(¹) Cabrera, *Jubilé de P. Zeeman*, 25 mai 1935, p. 384.

(²) F. Trombe, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1591.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'absorption de l'anhydride sélénieux.* Note de MM. **Léon Bloch**, **Eugène Bloch** et **Choong Shin-Piaw**.

Les seuls résultats actuellement connus sur le spectre d'absorption de l'anhydride sélénieux sont ceux de G. N. Antonoff et E. J. Evans (¹) et ceux de S. F. Evans (²). D'après ces auteurs le spectre d'absorption comporterait un système de bandes diffuses entre 3840 et 5740 angströms, c'est-à-dire dans le spectre visible et le proche ultraviolet, et elle serait totale dans l'ultraviolet plus lointain au-dessous de 3800 angströms.

L'étude systématique de cette absorption nous a conduits à des résultats notablement différents et en particulier à la découverte de tout un spectre de bandes d'absorption nouveau dans la région ultraviolette.

I. Nous décrirons pour préciser les résultats obtenus avec l'un de nos tube d'absorption constitué par un cylindre en silice de 6^{cm} de longueur, fermé par des glaces planes de silice soudées, et contenant de l'anhydride sélénieux introduit dans le vide par distillation. Ce tube est chauffé progressivement dans un four électrique et le spectre d'absorption de la vapeur est photographié soit avec un spectrographe en quartz (dispersion 7 angströms par millimètre vers λ 2700), soit avec un spectrographe en verre (dispersion 4 angströms par millimètre vers λ 4000).

L'absorption commence à se manifester vers 200° par l'apparition, dans l'ultraviolet, d'un spectre résolu en bandes, dont beaucoup sont à tête assez nette et dégradées vers le rouge. Le maximum d'absorption se trouve au voisinage de 2700 angströms (région 1), mais dès 200° l'absorption s'étend sur une largeur de 200 à 300 angströms. Si l'on élève lentement la température, l'absorption croît très vite, et il apparaît progressivement de nouvelles bandes de plus en plus éloignées du maximum vers le rouge et vers le violet. En même temps l'absorption au centre de la région 1 tend à devenir totale et prend l'apparence d'une absorption continue : la structure en bandes n'apparaît plus que sur les bords. Vers 250° par exemple, la région d'absorption 1 s'étend de 2400 à 3200 angströms environ.

II. Ce phénomène se poursuit aux températures plus élevées, mais vers 290° apparaît une nouvelle région d'absorption (région 2), d'abord

(¹) G. N. Antonoff et E. J. Evans, *Astrophys. Journ.*, 34, 1911, p. 277.

(²) S. F. Evans, *Nature*, 125, 1930, p. 528.

assez faible et résolue en bandes comme la première, avec son centre vers 4000 angströms. Ces bandes sont celles qui avaient déjà été signalées par Antonoff et Evans; elles sont plus diffuses que celles de la région 1, mais quelques-unes d'entre elles présentent cependant des têtes visibles et sont dégradées vers le rouge, comme l'avait signalé S. F. Evans. Quand on continue à élever la température, les bandes de la région 2 se développent et s'étendent comme le faisaient celles de la région 1. Vers 315°, par exemple, elles vont de 3700 à 4300 angströms, tandis qu'à cette même température la région d'absorption ultraviolette s'arrête à 3300 angströms. A ce moment, dans cette dernière région, la structure en bandes n'est plus visible que vers l'extrémité de grande longueur d'onde; aux longueurs d'onde plus faibles l'absorption est devenue totale et l'on retrouve sensiblement l'aspect général signalé autrefois par Evans.

Vers 360° le centre de la région 2 présente à son tour une absorption d'apparence continue. Les bandes ne sont plus visibles que sur les bords, vers 3500 et 4400 angströms. Enfin vers 430° les deux régions d'absorption se rejoignent et les deux systèmes de bandes qui leur correspondent se se superposent et viennent se mélanger vers 3400 angströms.

Cette étude qualitative prouve que, dans la région spectrale facilement accessible, la vapeur d'anhydride sélénieux présente deux domaines d'absorption bien distincts, dont chacun est résoluble en bandes, et dont les centres se trouvent vers les longueurs d'onde 2700 et 4000 angströms; de plus le premier apparaît bien avant le second. Il est extrêment vraisemblable qu'il doit exister un troisième domaine d'absorption dans la région de Schumann.

III. L'étude quantitative de ces deux régions d'absorption est rendue difficile, surtout dans la région 2, par la diffusion des bandes, et par le fait que beaucoup d'entre elles, même dans la région 1, possèdent des têtes multiples ou sont même décomposées en cannelures assez serrées. Nous nous contenterons de signaler pour l'instant que, dans la région 1, les mesures permettent de mettre en évidence deux périodicités principales, correspondant respectivement à 250 et à 650 cm^{-1} environ; la première paraît appartenir à un niveau électronique excité, la seconde probablement à l'état normal de la molécule. Dans la région 2 la seule périodicité immédiatement visible est de 200 cm^{-1}. Il semble donc que les deux systèmes de bandes soient nettement distincts et ne possèdent au plus qu'un seul niveau électronique commun. Cette étude quantitative ne pourra être poursuivie qu'avec une plus forte dispersion.

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de focalisation dans la spectrographie des rayons* X. Note [1] de M. V. **Kunzl**, transmise par M. Maurice de Broglie.

Au cours de ces dernières années Johann [2] et Mlle Cauchois [3] ont élaboré d'après une idée de R. Darbord [4] des méthodes spectroscopiques permettant d'atteindre une grande luminosité par focalisation du rayonnement au moyen d'un cristal courbé cylindriquement. Ces méthodes ont été étudiées avec soin et employées avec succès par l'école de Siegbahn.

Dans cette Note je veux montrer qu'on peut élever la luminosité de la méthode de Bragg-de Broglie en focalisant le rayonnement, par un autre principe que celui des méthodes mentionnées ci-dessus. En effet on peut montrer que, si la surface de réflexion du cristal courbé forme une portion de surface cylindrique dont l'axe passe par la source du rayonnement, les rayons sortant d'une source ponctiforme et, tombant sur la surface courbée du réseau cristallin sous l'angle φ, sont concentrés de nouveau en un seul point après la réflexion.

Cette représentation ponctiforme d'une source ponctiforme a été signalée par Gouy [5], et fut employée par v. Hamos [6] pour un nouveau type de spectrographe.

J'ai combiné ce principe de focalisation du rayonnement avec la condition réalisée par Bragg et de Broglie où la source et le film doivent être sur une circonférence focale. Dans la méthode de concentration du rayonnement à l'aide d'un cristal courbé on obtient une image réelle nette de la source à une distance du cristal équivalente à celle de la source et du cristal. C'est pourquoi nous pouvons combiner les deux méthodes précitées. On y parvient en plaçant la surface cylindrique de révolution et réfléchissante du cristal courbé de façon qu'elle touche l'axe vertical de la circonférence sur laquelle se trouvent la fente et le film. En même temps l'axe de la surface cylindrique du cristal doit être perpendiculaire à l'axe vertical

---

(1) Séance du 30 septembre 1935.

(2) H. Johann, *Zeits. f. Phys.*, 69, 1931, p. 185.

(3) Y. Cauchois, *Journ. d. Phys.*, 7, 1932, p. 320.

(4) R. Darbord, *Journ. d. Phys.*, 3, 1922, p. 218.

(5) M. Gouy, *Ann. d. Phys.*, 5, 1916, p. 241.

(6) L. v. Hamos, *Ann. d. Phys.*, 17, 1933, p. 716; 19, 1934, p. 252.

mentionné et passer par la source. Le rayon de courbure est donc

$$\rho = r \sin \varphi.$$

où r est le rayon du cercle du film. L'image réelle restant assez nette même si la fente se trouve hors de l'axe de la courbure du cristal (et la condition de Bragg étant remplie), on peut réaliser dans certaines régions la rotation du cristal comme dans la méthode originale Bragg-de Broglie. Le rayonnement sortant de la fente par cet arrangement se trouve concentré et la luminosité est largement accrue.

Le rayon de courbure de la surface réfléchissante du cristal courbé varie suivant la longueur d'onde du rayonnement, puisque l'on doit avoir

$$\rho = r \frac{n\lambda}{2d}.$$

Il n'est pas nécessaire de faire varier ce rayon de courbure d'une façon continue, parce que la fente est représentée très nettement pour un certain rayon ρ de courbure, dans un domaine de longueurs d'ondes assez étendu, au voisinage de celle pour laquelle ρ est calculé.

Pour cette méthode j'ai utilisé un spectrographe à vide du type de Siegbahn [constante du spectrographe $r = 130^{mm}$], mais avec cette différence que le cristal était courbé suivant une surface cylindrique. La table du cristal était disposée dans un cadre ajusté sur la table du spectrographe de façon à remplir les conditions précédentes.

Étant donné que le spectrographe est le même que pour un cristal plan, le réglage se fait très simplement et la netteté des lignes se conserve dans un domaine assez large. J'ai obtenu, par exemple, pour une largeur du cristal d'environ 12^{mm} sur 60^{mm}, toutes les lignes de la série K, observées récemment par V. Kunzl, représentées très nettement pour

Al[gypse $\rho = 71^{mm}$], Mg[gypse $\rho = 85^{mm}$], et Na[gypse $\rho = 101^{mm}$].

Ici je ne veux citer que les résultats obtenus dans l'étude de l'absorption par un écran, avec un tube ionique [1]. Au cours d'une étude dans la série M de Ta, j'ai obtenu les valeurs jusqu'à présent non mesurées de M_{IV} et M_V pour l'oxyde de tantale. Ces valeurs, mesurées par rapport à M_α du platine, sont les suivantes :

---

[1] V. DOLEJŠEK et V. KUNZL, *Zs. f. Phys.*, 74, 1932, p. 565.

	λX.U.	$\left(\frac{\nu}{R}\right)$.	$\left(\frac{\nu}{R}\right)_{calc.}$	$\left(\frac{\nu}{R}\right)_{mes.}-\left(\frac{\nu}{R}\right)_{calc.}$
M_{IV}	6764	134,8	132,4	2,4
M_{V}	6991	130.3	128,1	2,2

Les deux discontinuités d'absorption apparaissent comme des lignes blanches. Entre les valeurs mesurées et calculées subsistent certaines différences [1] en accord avec celles déjà trouvées pour W et les éléments supérieurs pour lesquels les discontinuités M d'absorption ont été déjà mesurées.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Absence d'émission « gamma » notable lors des chocs de neutrons rapides sur les protons*. Note de Mme **Thérèse Grivet-Meyer**, présentée par M. Jean Perrin.

1. Lea [2] avait signalé que les neutrons rapides agissent sur l'hydrogène avec émission de rayonnement γ hétérogène de 2 à 4 millions de volts électrons. Le proton capturerait le neutron pour donner un deuton : $H^1_1 + n \rightarrow H^2_1 + \gamma$. Le quantum émis aurait l'énergie de formation du deuton ($2\,MV_e$) augmentée de la moitié de l'énergie cinétique du neutron. Une collision sur quatre donnerait lieu à ce processus générateur de γ. Les expériences ont été faites avec une chambre d'ionisation à haute pression.

Cette hypothèse soulève plusieurs difficultés : *a*, la répartition spatiale et la courbure des trajectoires après le choc observées à la chambre Wilson ne peuvent se rapporter à un deuton [3]; *b*, la probabilité calculée de l'émission est très petite, inférieure à 1/1000e [4]; *c*, le phénomène inverse a été observé [5] et donne, par discussion thermodynamique, une probabilité certainement très petite.

Récemment Lea [6] a repris quelques expériences sans donner de conclusion définitive.

2. J'ai employé comme moyen d'investigation deux compteurs de Geiger à coque d'aluminium (2/10e mm d'épaisseur) qui fonctionnent en

(1) M. Siegbahn, *Zs. f. Phys.*, **67**, 1931, p. 567.
(2) *Nature*, **133**, 1934, p. 24.
(3) Auger, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 365.
(4) Massey et Mohr, *Nature*, **133**, 1934, p. 211.
(5) Chadwick et Goldhaber, *Nature*, **134**, 1934, p. 237.
(6) *Proc. Roy. Soc.*, **150**, 1935, p. 653.

coïncidence selon le dispositif classique de Rossi. Leur bon fonctionnement a été vérifié en mesurant l'absorption du rayonnement γ d'une source de thorium par des épaisseurs croissantes de plomb interposées entre la source et les compteurs; pour chaque épaisseur, les mesures ont duré au minimum 2 heures, les points se répartissent bien sur une hyperbole avec des erreurs inférieures à 10 pour 100. L'hyperbole donne les valeurs caractéristiques connues. Nous avons employé le dispositif suivant : les compteurs sont parallèles et accolés, la source est placée dans le plan médian à une distance fixe (une dizaine de centimètres) des compteurs. Aucun rayon venant directement de la source ne peut traverser simultanément les deux compteurs. La source est constituée par un petit tube contenant du polonium et du glucinium, elle émet donc des neutrons, des rayons γ très durs et des électrons; son intensité est d'une quarantaine de millicuries, elle nous a été obligeamment prêtée par M. F. Joliot.

Lorsque la source est nue, le nombre de coïncidences dues seulement à ce rayonnement (en déduisant du nombre observé les coïncidences forfuites et cosmiques) est 7,2 par minute. En disposant de chaque côté des compteurs, dans leur plan, deux gros blocs de paraffine, le nombre de coïncidences ne change pas. Mais, si l'on place le tube Po + Be dans un épais cylindre de paraffine, le nombre de coïncidences augmente (11,1). Cette différence est-elle due à l'action des neutrons sur la paraffine ou sur l'aluminium des compteurs ? En effet, les neutrons provoquent une radioactivité de l'aluminium ([1]) fortement augmentée si les neutrons sont préalablement ralentis par une substance hydrogénée ([2]), cette amplification de la radioactivité augmente le nombre des coïncidences.

3. J'ai interposé entre la source et les compteurs un écran de borax. Il absorbe beaucoup les neutrons lents car une faible quantité de bore est très active à ce point de vue et il est sans action sur les rayons pénétrants qui pourraient être émis par la paraffine. On constate qu'en présence de borax, le nombre de coïncidences est sensiblement le même quand la source est nue ou englobée dans la paraffine. Les coïncidences supplémentaires produites par la présence de paraffine dans l'expérience précédente étaient donc dues à l'action des neutrons sur l'aluminium. Il semble bien qu'une interprétation analogue soit valable pour les expériences de Lea.

([1]) FERMI, AMALDI, d'AGOSTINO, RASETTI et SEGRE, *Proc. Roy. Soc.*, 146, 1934, p. 482.

([2]) AMALDI, d'AGOSTINO, FERMI, PONTECORVO, RASETTI et SEGRE, *Proc. Roy. Soc.*, 149, 1935, p. 522.

Nombre des coïncidences.

Exemple d'une série.

	Source nue.		Source englobée dans paraffine.	
Minutes.	Sans écran.	Écran borax.	Sans écran.	Écran borax.
9	39	52	58	49
15	96	115	204	107
12	106	89	136	84
12	78	86	148	87
11	125	110	142	101
Moyenne par min. pour la série.	7,5	7,5	11,7	6,1
Moyenne générale	**7,2**	**7,2**	**11,1**	**6,2**

Nous voyons qu'en présence de borax, le nombre de coïncidences est, au contraire, un peu plus grand dans le cas où la source est nue. On peut penser que la paraffine ralentit les neutrons, le bore les absorbe alors presque tous (il absorbe environ 1000 fois plus les neutrons lents que les rapides) et l'effet des neutrons sur l'aluminium devient très faible. Si la source est nue, les neutrons rapides ne sont pas arrêtés par le bore et ils activent l'aluminium des compteurs.

Nous constatons donc que l'augmentation du nombre des coïncidences provoquée par la présence d'hydrogène disparaît si l'on interpose un écran contenant du bore; s'il y a un rayonnement γ, il est assez peu intense et d'un quantum assez faible pour être masqué par l'action des neutrons sur l'aluminium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination cryoscopique de l'hydratation globale des ions du nitrate de sodium.* Note de M. **F. Bourion** et de Mlle **O. Hun**, présentée par M. Georges Urbain.

Ce travail présente un intérêt particulier, parce qu'il permettra vraisemblablement de fixer l'hydratation individuelle des ions. Comme les recherches précédentes de nature analogue, nous avons fait cette détermination en choisissant la constante cryoscopique k' de manière que la constante d'équilibre

$$K_3 = \frac{c^3}{c'} = \frac{3C^2(330\Delta - ak')^3}{4a^2k'^2(3ak' - 330\Delta)},$$

entre molécules simples et triples de résorcine, dans les solutions de nitrate

de sodium, possède la même valeur (1) $K_3 = 3{,}500$ que dans l'eau. Les lettres ont la signification donnée antérieurement. On a étudié les solutions de NO^3Na 1,00 M et 0,5 M :

Concentration.	NO^3Na 1,00 M ($k' = 22{,}22$).		NO^3Na 0,5 M ($k' = 20{,}47$).	
	Δ.	K_3.	Δ.	K_3.
0,250	0°,539	1,096	0°,496	1,396
0,375	0,802	1,832	0,730	1,909
0,500	1,057	2,405	0,952	2,191
0,625	1,296	2,625	1,178	2,668
0,750	1,532	2,860	1,389	2,830
0,875	1,7685	3,121	1,5975	2,986
1,000	1,995	3,235	1,807	3,177
1,125	2,2205	3,340	2,012	3,291
1,250	2,441	3,380	2,2165	3,393
1,375	2,665	3,455	2,423	3,505
1,500	2,888	3,502	2,6225	3,518
1,625	3,110	3,524	2,825	3,548
1,750	3,3355	3,555	3,025	3,535
1,875	3,5585	3,546	3,2285	3,535
2,000	3,7875	3,560	3,428	3,482
2,125	4,0205	3,549	3,637	3,485
2,250	4,252	3,543	3,856	3,537
2,375	4,4885	3,564	4,071	3,530
2,500	4,730	3,551	4,297	3,570
2,625	4,931	—	4,522	3,572
2,750	5,232	—	4,743	3,518
2,875	—	—	4,9755	3,507
3,000	—	—	5,209	3,472
3,125	—	—	5,4525	3,463
3,250	—	—	5,7025	3,454

On voit que, si $k' = 22{,}22$, K_3 moyen est 3,5149 lorsque la concentration en résorcine varie de 1,125 à 2,750 pour les solutions de NO^3Na 1,00 M et que pour $k' = 20{,}47$ K_3 moyen est 5,073 lorsque la concentration en résorcine varie de 1,250 à 3,250 pour les solutions de NO^3Na 0,5 M.

On calcule aisément par extrapolation que $K_3 = 3{,}500$ pour $k' = 22{,}2310$ à partir des valeurs de K_3 correspondant à $k' = 22{,}20$ et $k' = 22{,}22$ pour

(1) F. Bourion, G. Rouyer et Mlle O. Hun, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1015; F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1111; **200**, 1935, p. 65; F. Bourion et Mlle O. Hun, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 740.

les solutions de NO^3Na 1,00M et pour $k' = 20,4753$ avec $k' = 20,47$ et $k^l = 20,5$ pour les solutions de NO^3Na 0,5M.

Calcul de l'hydratation des ions. — 1° NO^3Na 1,00M. Le pour-cent x de l'eau présente dans la solution fixée sur le nitrate de sodium est

$$x = \frac{100(22,2310 - 18,4)}{22,2310} = 17,234.$$

La masse d'eau par 1000^{cm^3} de solution étant $971^g,5$, la masse de nitrate de sodium par 100^g d'eau est $8^g,7494$, d'où l'on déduit que le nombre de molécules d'eau fixé sur 1^{mol} de nitrate de sodium est

$$\frac{17,234 \times 85}{8,7494 \times 18} = 9,30.$$

L'hydrate correspondant aux solutions de NO^3Na 1,00M est donc

$$NO^3Na\ 9,3H^2O.$$

Si nous admettons que l'hydratation des ions nitriques est nulle, comme l'ont fait Manchot (1) et ses collaborateurs, ce degré d'hydratation serait aussi celui des ions sodium en solution 1,00M et ce résultat permettrait de calculer de proche en proche l'hydratation absolue de tous les ions intervenant dans les sels que nous avons étudiés jusqu'ici.

2° NO^3Na 0,5M. De la même manière, on trouve que les solutions de NO^3Na 0,5M correspondent à l'hydrate $NO^3Na\ 11,1H^2O$ un peu plus élevé que pour les solutions 1,00M. Ce serait aussi le degré d'hydratation des ions Na^+ à la concentration 0,5M.

CHIMIE PHYSIQUE MINÉRALE. — *Sur les conditions de formation du chlorure de manganèse trivalent dans des solutions chlorhydriques et sur sa décomposition en présence de catalyseurs complexes.* Note (2) de M. **M. Bobtelsky** et Mlle **R. Cohen**, présentée par M. G. Urbain.

L'oxydation du manganèse bivalent en maganèse trivalent peut être, à la température ambiante, effectuée en solution aqueuse et chlorhydrique à l'aide de plusieurs agents oxydants. Les oxydants solubles ordinaires peuvent, à cet égard, être divisés en trois groupes. Les ions permanganique, chromique et chlorique oxydent plus ou moins vite en solutions chlorhydriques de toutes concentrations. H^2O^2, HNO^2, HNO^3 et $H^2S^2O^8$

(1) Manchot, Iahrstorfer et Zepter, *Z. anorg. Chem.*, 141, 1924, p. 38-81.

(2) Séance du 30 septembre 1935.

n'agissent qu'en solutions chlorhydriques de concentrations supérieures à $6n$. Enfin la plupart des autres oxydants solubles n'interviennent pas dans l'oxydation $Mn^{\cdot\cdot} \rightarrow Mn^{\cdot\cdot\cdot}$.

On peut obtenir des quantités bien définies de chlorure manganique en dissolvant des sels manganeux ($MnCl^2$ ou $MnSO^4$) dans de l'acide chlorhydrique, et en traitant la solution obtenue avec une quantité connue de permanganate de potassium. Une partie du permanganate oxyde également l'acide chlorhydrique. La stabilité de $MnCl^3$ croît avec la concentration en acide chlorhydrique; il est probable qu'il s'agit alors d'un complexe anionique.

Tandis que, à la température ordinaire, le chlorure manganique en solution chlorhydrique se décompose avec une vitesse à peine mesurable, l'on peut, à l'aide d'un catalyseur de nature déterminée, provoquer une décomposition quantitative de ce corps dans l'espace de quelques minutes, même à 0°C. En étudiant de près les divers corps quant à leur activité catalytique, nous avons pu constater que les solutions même concentrées de sels de Co(II), Ni(II), Fe(III), Mo(VI), V(V), Ti(III), Hg(II), Au(III) et U(VI) sont pratiquement inactives. Très actives sont par contre les solutions de sels d'Ag(I), Pb(II), Cu(II) et Pt(IV). *L'on sait qu'ils se trouvent en solution sous forme d'ions chloro qui, à la dilution, se scindent* [*à l'exception du* Pt(IV)] *en leurs constituants*. L'ordre de l'activité catalytique, aux mêmes concentrations molaires, est la suivante :

$$Ag(I) > Pt(IV) > Pb(II) > Cu(II).$$

En présence de l'Ag(I), la décomposition suit une loi monomoléculaire, en présence du Pb(II) par contre une loi catalytique : $K = x/t$.

Des essais faits à 15°C. donneront un aperçu plus détaillé de la décomposition du chlorure manganique. Pour la préparation du $MnCl^3$ on mélangeait, à 15°C., les solutions suivantes : $3^{cm^3}\ MnSO^4\ 4n + 10^{cm^3}\ HCl\ (d = 1{,}19) + 2^{cm^3}\ H^2O + 5^{cm^3}\ KMnO^4\ 1{,}5n$. Après réduction, et après avoir chassé le Cl^2, on ajoutait 20^{cm^3} de catalyseur + acide chlorydrique, puis on suivait en fonction du temps la vitesse de libération du chlore à l'aide d'un courant constant d'acide carbonique. La composition de la solution additive était :

Essai 1........	$20^{cm^3}\ H^2O$	
Essai 2........	19^{cm^3} ou $9^{cm^3}\ HCl\ (d = 1{,}19)$	$+ 1^{cm^3}\ H^2O$
Essai 3........	$19^{cm^3}\ HCl$	$+ 1^{cm^3}\ CuCl^2\ 4n$
Essai 4........	$9^{cm^3}\ HCl$	$+ 1^{cm^3}\ Ag^2SO^4\ 0{,}01n$
Essai 5........	$19^{cm^3}\ H^2O$	$+ 1^{cm^3}\ CuCl^2\ 4n$
Essai 6........	$9^{cm^3}\ H^2O$	$+ 1^{cm^3}\ Ag^2SO^4\ 0{,}01n$.

Les résultats sont donnés par le Tableau I. La quantité totale de chlore à libérer est de 36^{cm^3} $n/10$.

Quoique une augmentation de la concentration d'acide chlorhydrique stabilise le chlorure manganique, la même addition a, en présence de Cu(II), Pb(II) et Pt(IV), pour effet d'augmenter fortement la vitesse de décomposition du chlorure manganique.

Le coefficient de température de la décomposition du chlorure manganique varie avec les catalyseurs. En général il diminue avec l'augmentation de la concentration d'HCl. Le coefficient de température de l'Ag(I) est insensible à l'acide chlorhydrique et diffère peu de l'unité.

TABLEAU I.

Nos	1.			2.		3.		
t (min.)	25	60	85	25	54	4	8	15
cm³ Cl^2 ($n/10$)	1,4	2,4	3,2	1,1	2,1	9,7	21,2	31,7

Nos	4.			5.				6.		
t (min.)	3	8	15	10	20	30	40	3	6	12
cm³ Cl^2 ($n/10$)	3,6	12,3	19,2	3	6	8,7	12,1	13,9	23,9	30,9

PHYSICOCHIMIE. — *Nitration de la cellulose par l'anhydride azotique.* Note de MM. **René Dalmon**, **Jean Chédin** et **Louis Brissaud**, présentée par M. Charles Fabry.

L'étude par l'absorption ultraviolette et l'effet Raman nous a montré que dans les mélanges sulfonitriques (SO^4H^2, NO^3H, H^2O) à faible teneur en eau, une partie ou même la totalité de l'acide nitrique se trouve déshydratée à l'état de N^2O^5. Ces mélanges contiennent donc des proportions, variables selon leur composition, des espèces moléculaires suivantes : SO^4H^2 plus ou moins hydraté, NO^2 — OH, N^2O^5.

L'effet Raman indique également la présence de N^2O^5 dans d'autres bains nitrants : solutions de P^2O^5 (anhydride phosphorique) dans l'acide nitrique absolu, et dans l'acide nitrique absolu lui-même, où les caractéristiques spectrales de N^2O^5 sont faibles mais certaines.

Il est donc naturel de rechercher l'activité nitrante de l'anhydride azotique. Divers auteurs ont constaté que l'addition de N^2O^5 à l'acide nitrique augmente le taux d'azote; mais il est difficile dans ce cas de séparer l'action de N^2O^5 lui-même. C'est pourquoi nous avons fait une nitration de cellulose par N^2O^5 dissous dans un corps neutre, le tétrachlorure de

carbone. A ce sujet, une remarque importante s'impose : le spectre Raman de N^2O^5 n'est pas le même quand on dissout ce corps dans les acides minéraux NO^3H, SO^4H^2, ou dans les solvants organiques CCl^4, $CHCl^3$. Les formes moléculaires de cet anhydride ne sont donc pas les mêmes dans ces deux types de solvants.

Ce qui suit concerne le pouvoir nitrant de N^2O^5 en solution organique.

Cellulose : ramie dégommée et blanchie à la soude, sèche. Poids : $2^g,5$.
Bain : 45^g de N^2O^5 dans 105^g de CCl^4.

La nitration a été faite dans un flacon en verre recouvert extérieurement d'un vernis noir, plongé dans un bain d'eau maintenue à 13° environ. Durée de contact : 6 heures. A la fin de l'opération, la fibre est jetée sur un filtre, rincée avec CCl^4, puis lavée à l'eau. Le bain résiduaire n'a que peu jauni. La fibre est partagée en deux fractions.

La première fraction est lavée à l'eau froide pendant 24 heures, puis 1 heure à l'eau bouillante, enfin lavée à l'eau ordinaire et séchée sous vide.

Poids $= 2^g,2$. Taux de NO $= 222,3 - 222,0$, soit 13,88 pour 100 N.

La seconde fraction ($2^g,1$) après stabilisation de 30 heures, à l'eau bouillante, donne :

Taux de NO $= 226,3 - 226,3$, soit 14,14 pour 100 N.

Stabilité : Épreuve à 135° sur $0^g,5$.

Échantillon non stabilisé : rouge franc en 29 minutes. Après 60 minutes, pas de vapeurs nitreuses.

Échantillon stabilisé : rouge franc en 32 minutes. Pas d'émission de vapeurs nitreuses après 1 heure d'épreuve.

Rendement : 176 pour 100 du poids de la cellulose initiale.

N^2O^5 en solution organique est donc capable de nitrer la cellulose au maximum avec un rendement très bon.

PHYSICOCHIMIE. — *Les spectres d'absorption des solutions colloïdales métalliques et organiques et l'absorption des pellicules métalliques.* Note de M. **Adolfo-T. Williams**, présentée par M. Charles Fabry.

La détermination des courbes d'absorption de plusieurs solutions colloïdales mécaniques et organiques nous a permis d'établir un certain nombre

de conclusions. Une partie de ces résultats a été déjà publiée [1] et cette Note les résume et les complète.

On a observé les solutions colloïdales de Ag, Au et Pt, préparées par des méthodes physiques et chimiques. Les maxima d'absorption, dans le spectre visible, dépendent de la couleur des solutions et sont d'accord, en général, avec la théorie de Mie-Gans [2].

Dans toutes les solutions de colloïdes métalliques on trouve une bande d'absorption dans l'ultraviolet qui est indépendante de la méthode de préparation du colloïde et qui paraît, aussi, ne pas dépendre de la nature de ce dernier, quoiqu'il soit possible qu'elle dépende du pouvoir de réflexion du métal employé.

Le Tableau suivant résume les résultats obtenus pour les spectres d'absorption des solutions des différents colloïdes métalliques. Les valeurs de α ont été calculées par la formule $\operatorname{Log} I/I_1 = \alpha c d$, où d est l'épaisseur en centimètres et c la concentration en grammes par litre.

		Maximum d'absorption.		Maximum d'absorption.		Position de la bande ultraviolette pour	
Colloïde [3].	Couleur.	λ.	α.	λ.	α.	λ.	α.
Ag(B)........	Jaune	4120	25,0	3220	10,8	2820	25,0
Ag(M)........	Jaune	4120	30,7	3220	17,0	2490	47,0
Au(B)........	Violet	–	–	–	–	2300	20,0
Au(Q)........	Rouge	5300	15,0	4200	8,1	2400	17,5
Au(Q)........	Indigo	5550	10,0	4300	6,9	2300	17,5
Pt(S).........	Jaune	4050	47,0	3140	7,0	2250	43,3
Pt(Q)........	Noir-gris	–	–	–	–	2272	47,0

La position de la bande d'absorption que présentent les colloïdes métalliques, dans le spectre visible, est en général d'accord (mais non d'une manière stricte) avec le tableau d'Ostwald [4].

On a déterminé le spectre d'absorption de la gomme-gutte, à l'état de solution vraie et à l'état de solution colloïdale. On peut admettre, comme résultat des observations réalisées, que la structure des spectres d'absor-

(1) *Journal de Chimie physique*, **29**, 1932, p. 117.

(2) Mie, *Annalen der Physik*, **25**, 1908, p. 377; Gans, *Annalen der Physik*, **37**, 1912, p. 881 et *Physikalische Zeitschrift*, **13**, 1912, p. 1185.

(3) B signifie : colloïde Bredig; M, colloïde Merck; Q, colloïde chimique; S, colloïde Svedberg.

(4) Burton, *The Physical Properties of Colloïdal Solutions*, p. 97.

ption des matières organiques, en solution colloïdale, est très semblable à celle de la solution vraie. La solution colloïdale ne change pas, de façon notable, la forme de la courbe; c'est seulement la valeur du coefficient d'absorption qui augmente, à cause de la perte de lumière par diffusion latérale, ainsi que l'affirme Gans, quoique ce facteur n'ait pas l'influence prédominante que lui attribue cet auteur.

Il serait intéressant, pour les pellicules métalliques, d'étudier les points suivants : *a*, si les courbes d'absorption des pellicules métalliques sont toujours identiques aux courbes d'absorption des solutions colloïdales métalliques, comme c'est le cas pour Ag, afin de vérifier si la théorie de Mie est applicable à toutes les solutions colloïdales métalliques et aussi aux solutions colloïdales des matières organiques; *b*, s'il existe une correspondance entre les caractéristiques de l'émission des pellicules métalliques et leur absorption comme il arrive pour Ag [1].

La théorie Mie-Gans doit être soumise au contrôle de l'expérience, dans la région des courtes longueurs d'onde.

Il conviendrait de continuer l'étude des spectres d'absorption des solutions colloïdales, afin de savoir si elles possèdent les mêmes caractéristiques que nous avons trouvées pour les solutions examinées.

Il est possible que l'étude du phénomène de Raman dans les solutions colloïdales fournisse des faits intéressants, surtout pour le cas des matières organiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre Raman de l'eau lourde liquide.* Note de MM. **Edmond Bauer** et **Michel Magat** présentée par M. Paul Langevin.

Le spectre Raman de l'eau lourde n'avait été étudié jusqu'à ces derniers temps que par Wood [2], Rank, Larsen et Bordner [3] avec les résultats suivants : une bande unique à 2517 cm^{-1} dans le liquide et 2666 cm^{-1} dans la vapeur. On connaissait en outre les fréquences d'absorption infrarouge de la vapeur 1185 et 2775 cm^{-1} [4].

---

(1) *Nature*, 130, 1932, p. 963.
(2) Wood, *Phys. Rev.*, 45, 1934, p. 392.
(3) Rank, Larsen et Bordner, *Journ. Chem. phys.*, 2, 1934, p. 464.
(4) Clusius et Bartolomé, *Naturw.*, 22, 1934, p 420.

Depuis quelques mois, les publications sur ce sujet se sont multipliées. Tout d'abord, nous avons donné en avril 1935, un premier résultat de nos expériences (1) : la bande appelée 2517 est double, avec les composantes 2389 et 2509 cm^{-1}. Cartwright (2), par des mesures dans l'infrarouge extrême, a trouvé une bande d'absorption dont la fréquence, 175 cm^{-1}, est la même dans H^2O et D^2O. Tout récemment, Ananthakrishnan (3) a obtenu, dans l'eau lourde liquide, les fréquences Raman 178, 1231, 2366, 2500, 2646 cm^{-1}. Le spectre d'absorption infrarouge de l'eau liquide n'a pas encore été débrouillé nettement.

Nous nous sommes servis dans nos expériences des méthodes que nous utilisons depuis quelques années pour l'eau ordinaire et ses solutions : spectrographe Bouty-Cojean (f : 4,5), raie excitatrice 4358 A, lampe à mercure (6 A, 170 V), placée sur une des focales d'un cylindre elliptique chromé, dont le tube occupe l'autre focale. Ce dernier (longueur 11^{cm}) contient 20^{cm^3} d'eau lourde D^2O à 98,4 pour 100; température environ 18°. Un filtre de bleu Victoria B isole dans le spectre la raie excitatrice et supprime une grande partie du fond continu de la lampe. Quelques clichés ont été faits sans filtre. L'eau lourde a été distillée plusieurs fois sous le vide dans le tube même qui a servi aux expériences. La fente du spectrographe était fine (6 et 15^{μ}); temps de pose 200 heures.

Nos résultats, comparés à ceux que donne l'eau ordinaire, se trouvent dans le tableau suivant :

D^2O : cm^{-1}..........	170	350	∼500	1207	2389	2509
Int......................	f	f	ff	m	F	FF
H^2O : cm^{-1}..........	176	500	700	1659	3221	3435
Int......................	f	f	f	m	F	FF

Toutes les bandes sont plus ramassées que dans l'eau ordinaire, le dédoublement 2509-2389 est particulièrement net.

L'existence des trois bandes 172, 350 et 500 est indubitable, mais la mesure de leurs longueurs d'onde au comparateur est moins sûre car elles sont très floues et faibles. Ce sont certainement des bandes d'association intermoléculaire (4).

Discussion. — I. Deux faits importants ressortent de ce tableau :

---

(1) *Bull. de la Soc. de Physique*, **60**, 1935, p. 65 S.

(2) C. H. Cartwright, *Nature*, **135**, 1935, p. 872; **136**, 1935, p. 181.

(3) Ananthakrishnan, *Nature*, **136**, 5 octobre 1935, p. 551.

(4) Magat, *Journal de Physique*, **5**, 1934, p. 347.

1° en accord avec les résultats de Cartwright, la fréquence 170-176 est à peu près la même dans H^2O et D^2O;

2° au contraire, les bandes 350-500 et 500-700 sont nettement déplacées vers les faibles fréquences dans l'eau lourde.

Il en résulte que, conformément aux prévisions de l'un de nous (Magat, *loc. cit.*), la première apparaît comme une bande de vibration : les centres de gravité des molécules oscillent les uns par rapport aux autres sans changement des orientations. En effet, pour de tels mouvements, la variation de masse totale due au remplacement des atomes H par D est seulement de 10 pour 100, d'où, si les forces restent identiques, une variation de 5 pour 100 seulement pour la fréquence. Les deux autres bandes peuvent être attribuées à la libration des molécules autour des deux de leurs axes d'inertie. En effet, le rapport de leurs fréquences dans l'eau lourde et l'eau ordinaire est de l'ordre de $\sqrt{2}$, racine carrée du rapport de leurs moments d'inertie. La précision des mesures ne permet pas d'attribuer une fréquence donnée à un axe déterminé.

II. Le premier harmonique de 1207 a un nombre d'onde un peu inférieur à 2414, compris entre les fréquences 2389 et 2509 cm^{-1}. Ces expériences ne permettent donc pas de trancher encore entre l'hypothèse de Sutherland, qui attribue ces deux dernières raies à un dédoublement par résonance entre cet harmonique et une fréquence unique ~ 2420 (Fermi) et celle plus vraisemblable qui poserait pour l'eau lourde (Magat, *loc. cit.*) : $\omega_\pi = 2389\ cm^{-1}$, $\omega_\sigma = 2509\ cm^{-1}$. Ces deux questions seront discutées en détail dans un prochain travail. Dans nos expériences, la bande 2389-2509 est indiscutablement un doublet et non pas un triplet. Il est possible qu'une troisième bande apparaisse à haute température.

III. La raie 1207, faible, est certainement due à la vibration de cisaillement ω_δ.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates du silicate monocalcique.* Note de M. **Jacques Lefol**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

M. Le Chatelier [1] a démontré qu'il n'existe qu'un seul silicate de calcium susceptible de posséder des hydrates définis. C'est le silicate monocalcique, dont il a décrit l'hydrate, de formule $SiO^2 . CaO . 2,5H^2O$.

---

(1) H. Le Chatelier, *Recherches expérimentales sur la constitution des mortiers hydrauliques*, 2e édition, p. 52 (Paris, 1904).

Ce résultat a été confirmé par Thorvaldson [1], et Jolibois et Chassevent [2].

Je me suis proposé de rechercher si à ce silicate monocalcique correspondaient plusieurs hydrates, et dans l'affirmative quelle en était la composition.

J'ai tout d'abord préparé ce sel par mélange de solutions de chlorure de calcium et de silicate de sodium. En lavant le précipité obtenu, jusqu'à disparition de l'ion Cl,

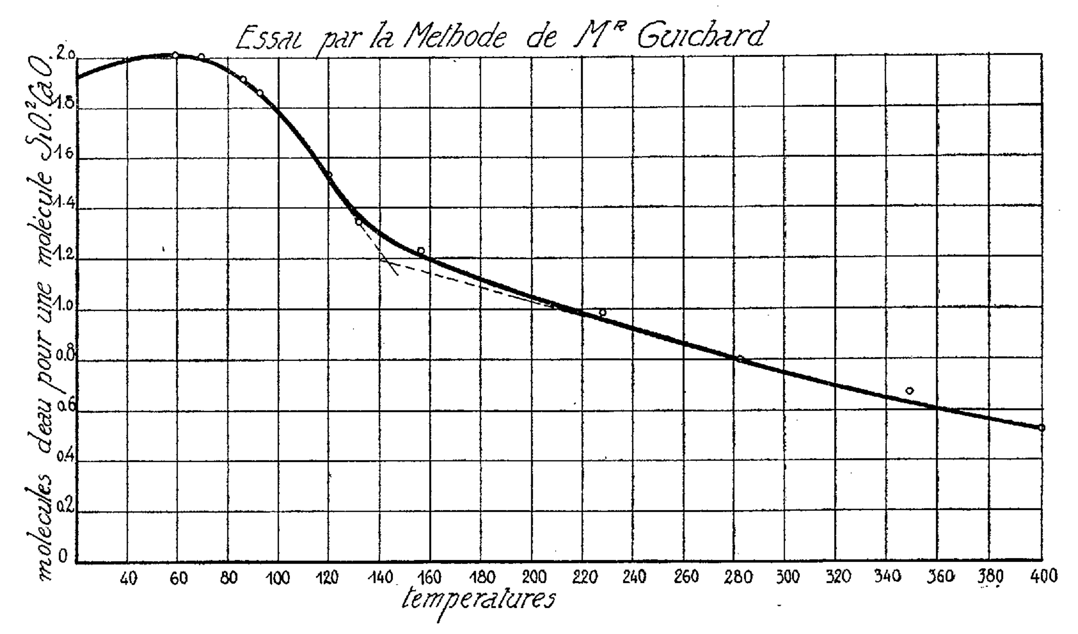


Fig. 1.

puis séchant sous vide en présence de chlorure de calcium anhydre, j'ai obtenu un produit correspondant à la formule suivante : $SiO^2 . 1,2 CaO . 2 H^2O$. La chaux en excès est retenue par adsorption comme l'a prouvé M. Le Chatelier (*loc. cit*).

Au sel ainsi préparé, j'ai appliqué les deux méthodes antérieurement décrites : méthode de M. Guichard [3] de déshydratation à température

---

(1) THORVALDSON, *Trans. Roy. Soc. Canada*, 3e série, **22**, 1928, p. 423.

(2) JOLIBOIS et CHASSEVENT, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 452, et CHASSEVENT, *Les produits d'hydratation du ciment Portland; le silicate de chaux hydraté*, *XIVe Congr. Chim. Ind.* (Paris, 1934).

(3) J. LEFOL, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 919.

régulièrement croissante et méthode statique indiquée par M. René Dubrisay [1].

1° *Méthode de M. Guichard.* — Sur la courbe ci-contre on constate (*fig.* 1) que le corps commence par fixer l'humidité atmosphérique, puis se déshydrate vers 80°. A 160°, se manifeste une brisure montrant la formation d'un hydrate à une molécule d'eau. Cet hydrate se retrouve d'ailleurs en maintenant le corps primitif ($SiO^2.1{,}2\,CaO.2\,H^2O$) à 145°. Après 1 heure 20 minutes de chauffage, il n'y a plus qu'une molécule d'eau fixée et le poids reste constant en continuant à chauffer pendant 2 heures [2].

2° *Méthode statique.* — En partant du produit de composition $SiO^2.1{,}2CaO.2H^2O$, à la température ordinaire, et pour des tensions de

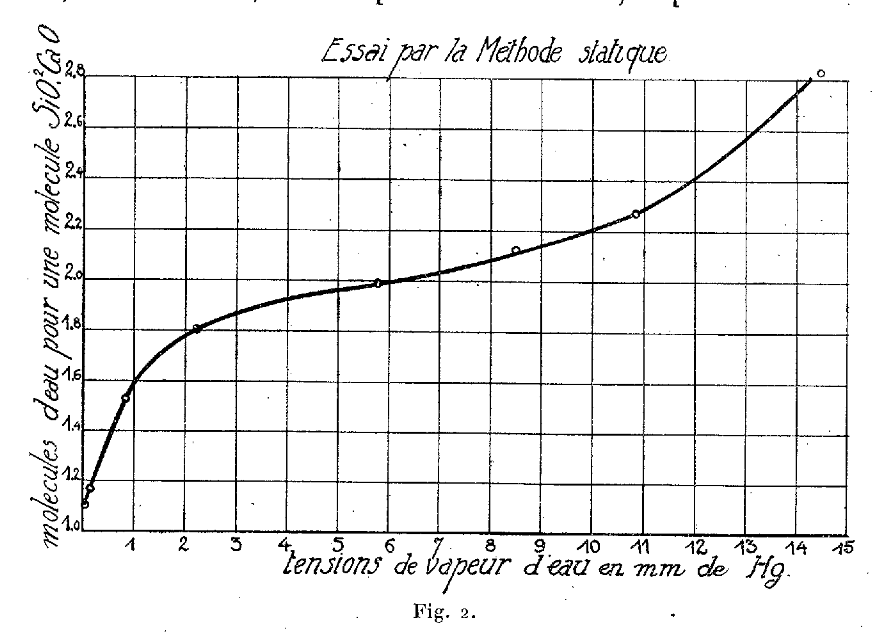


Fig. 2.

vapeur inférieures à $5^{mm},8$ on observe (*fig.* 2) une déshydratation jusqu'à transformation en un hydrate à 1^{mol} d'eau.

En milieu humide, de l'eau se fixe sur la substance sans que l'on distingue

(1) J. LEFOL, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1412.

(2) En partant d'un corps de composition $SiO^2.1{,}31\,CaO.2{,}1\,H^2O$ obtenu en laissant le composé précédent pendant 5 mois dans de l'eau de chaux on obtient une courbe de déshydratation identique à la précédente. Ceci confirme bien l'hypothèse de M. Le Chatelier d'après laquelle la proportion de chaux dépassant 1^{mol} pour 1^{mol} SiO^2 est adsorbée.

une limite fixe pour les tensions les plus fortes; toutefois une inflexion sur la courbe prouve l'existence de l'hydrate à $2H^2O$.

A 80°, en opérant sur $SiO^2.1,31\,CaO.2,1\,H^2O$, les résultats suivants ont été obtenus :

Tensions de vapeur (mm de Hg)	152	72	25,5	3,9	{milieu sec / tension nulle
Nombre de molécules d'eau	1,98	1,89	1,62	1,21	1,05

Tous ces chiffres confirment les résultats exposés ci-dessus, quand à l'existence de deux hydrates contenant, pour 1^{mol} de silice, 1 et 2^{mol} d'eau.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le système : eau-acide sulfurique-sulfate de nickel.* Note de M. **Raymond Rohmer**, présentée par M. Georges Urbain.

Une étude du système H^2O-SO^4Ni, faite avec M. A. Chrétien (1), nous a montré l'existence de sept hydrates; seuls les composés $SO^4Ni, 7H^2O$ et $SO^4Ni, 6H^2O$ étaient usuels. Les hydrates nouveaux $SO^4Ni, 5H^2O$-$SO^4Ni, 4H^2O$-$SO^4Ni, 3H^2O$-$SO^4Ni, 2H^2O$-$SO^4Ni, 1H^2O$ n'interviennent qu'aux températures élevées. Ils sont tous métastables à l'exception du monohydrate, stable au-dessus de 84°,8. A haute température, au voisinage de l'ébullition, par exemple, le composé $SO^4Ni, 6H^2O$, en présence de sa solution saturée, se déshydrate progressivement, en donnant successivement tous les hydrates inférieurs; on aboutit au monohydrate, mais les transformations sont d'une lenteur extraordinaire et les manipulations sont délicates.

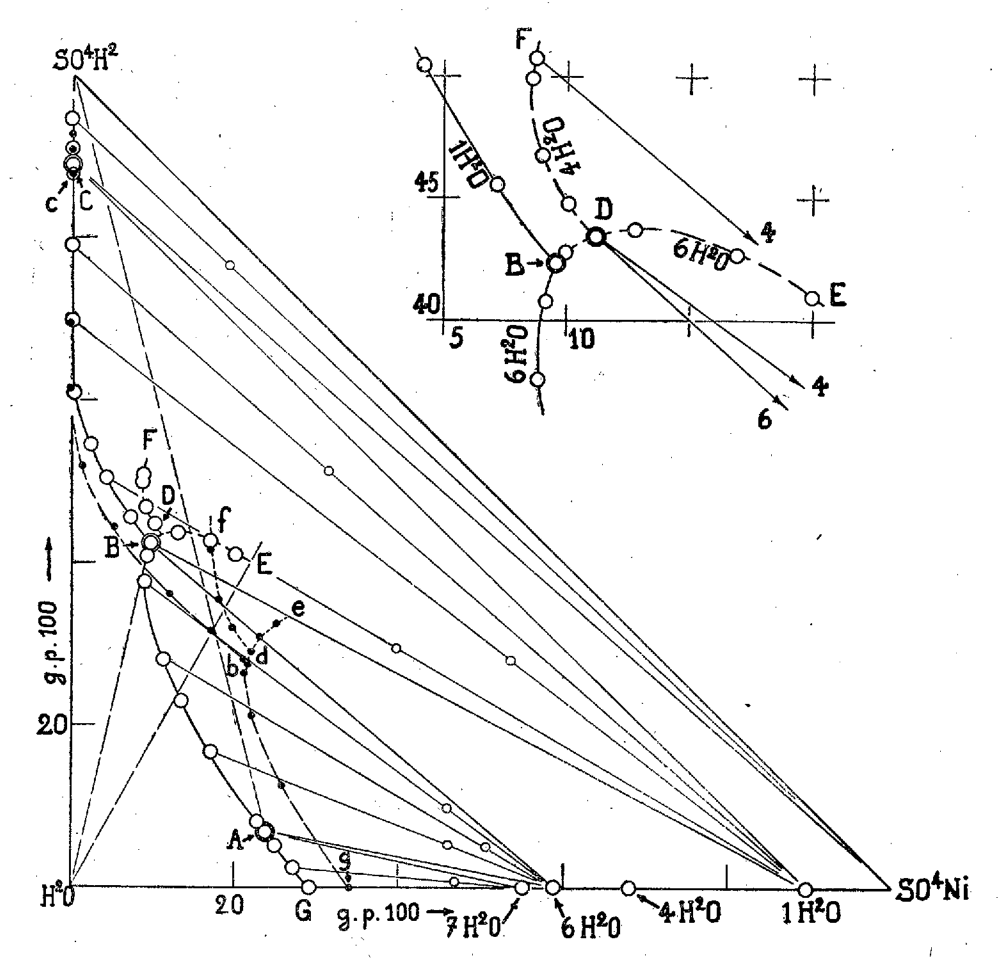
Nous avons pensé pouvoir opérer plus facilement à température ordinaire en présence d'acide sulfurique. J'ai ainsi été conduit à faire une étude du système H^2O-SO^4H^2-SO^4Ni. La nature des phases solides a été déterminée pour chaque solution saturée considérée par la méthode des *restes* et par la méthode des *ensembles*.

Isotherme de 25°. — Il existe trois hydrates stables : $SO^4Ni, 7H^2O$ (branche GA), $SO^4Ni, 6H^2O$ (branche AB), SO^4Ni, H^2O (branche BC). Le monohydrate est le corps de fond dès que la concentration de l'acide sulfurique atteint $42^g,4$ pour 100 (point B) et subsiste jusqu'à $89^g,2$ SO^4H^2 pour 100 (point C). Au delà, la phase solide est le sulfate anhydre. La solution en équilibre avec le monohydrate s'appauvrit rapidement en nickel à mesure que le pourcentage de l'acide sulfurique s'élève [maximum

(1) A. Chrétien et R. Rohmer, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 92.

9g,6 SO^4Ni pour 100 (point B)]; elle s'annule dès 63g pour 100 SO^4H^2; au-dessus de cette concentration, tout le sulfate de nickel est rassemblé dans le corps de fond.

Le tétrahydrate (branche DF) est toujours métastable. Il existe au



contact de solutions renfermant au moins 43g,4 SO^4H^2 pour 100 (point D). Les équilibres correspondants évoluent, d'une manière continue, d'autant plus rapidement que la solution est plus riche en acide sulfurique. Je n'ai donc pas pu mettre en évidence, entre $SO^4Ni, 4H^2O$ et SO^4Ni, H^2O le passage par un hydrate intermédiaire (¹).

(¹) Exceptionnellement, j'ai pu caractériser la formation du bihydrate $SO^4Ni, 2H^2O$ deux *restes*).

L'hexahydrate peut exister comme solide métastable (branche BE); d'autre part ce sel présente un minimum de solubilité pour 40^g SO^4H^2 pour 100. Par suite, il est possible d'observer une précipitation d'hexahydrate par addition d'eau à une solution saturée, suivie d'une redissolution. Des phénomènes analogues peuvent se produire par addition d'acide sulfurique.

Isotherme de 50°. — Cette ligne (traits interrompus) est analogue à celle de 25°; mais l'heptahydrate ne se rencontre plus. La solution limite inférieure (point *c*) en équilibre avec le monohydrate ne renferme plus que $27^g,8$ SO^4H^2 pour 100 au lieu de $42^g,4$ à 25°. Le tétrahydrate est encore métastable.

J'ai fait des mesures à 80° et à 90°. A partir de 84°,8 on ne rencontre plus, comme phases solides stables, que le monohydrate et le sel anhydre.

En résumé, l'addition d'acide sulfurique permet d'obtenir facilement à 25° le monohydrate SO^4Ni, H^2O et même le sel anhydre. Avec certaines précautions, il est possible de préparer le tétrahydrate, qui est toujours métastable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dégagement de protoxyde d'azote pendant la décomposition des nitrocelluloses*. Note de M. **Robert Vandoni**, présentée par M. Georges Urbain.

Les gaz produits par la décomposition des nitrocelluloses par chauffage ont été fréquemment étudiés; il semble que l'on ait généralement confondu dans les opérations analytiques, ainsi que dans l'établissement des équations représentatives, l'azote avec le protoxyde d'azote N^2O, qui y est contenu dans une proportion importante; en réalité ces gaz sont constitués par un mélange, quelquefois explosif, d'éléments combustibles CO, H^2 et d'un élément comburant très actif N^2O.

Il en est de même des gaz produits par l'action à 50° de l'acide nitrique à 25 pour 100 sur les nitrocelluloses et des gaz émis au cours du traitement du coton-poudre par l'eau à 130° en tubes scellés.

Dans ces gaz, la proportion de protoxyde est supérieure à la proportion d'azote libre et représente parfois la presque totalité de l'azote.

En étudiant le gaz produit par chauffage d'un coton-poudre à 108°,5 on a constaté les faits suivants. Ce gaz étant privé préalablement de CO^2 et de NO par des traitements à la potasse et à l'hydrosulfite de soude alcali-

nisé, le résidu, additionné d'oxygène, puis soumis à la combustion, donne un accroissement sensible de volume malgré la présence de CO et de H^2. D'autre part, 40^{cm^3} de ce même résidu, non mélangés d'oxygène, mais dilués dans de l'azote, chauffés pendant 5 minutes au moyen d'un fil de platine porté au rouge vif par un courant électrique renfermaient à la fin 11^{cm^3} de CO^2; l'expérience, renouvelée sans dilution dans l'azote, provoqua une violente explosion, qui pulvérisa l'éprouvette à combustion.

Le protoxyde d'azote a été dosé en mettant à profit sa facile condensation à la température de l'air liquide, les constantes de N^2O étant nettement différentes de celles du groupe des autres gaz qui l'accompagnent dans le mélange (N^2, CO, H^2). La condensation s'obtient très aisément au moyen d'un piège à air liquide (capacité 13^{cm^3}, hauteur 15^{cm}) dont les deux tubes sont munis l'un d'un robinet à trois voies de Dreschmidt pour la liaison avec la burette, l'autre d'un robinet simple; ces deux robinets doivent tenir parfaitement le vide.

On opère de la façon suivante. Le gaz primitif (100^{cm^3} environ) est traité par la potasse (CO^2), puis par une solution d'hydrosulfite de soude basique (NO). Le gaz résiduel étant ramené dans la burette, on vide le piège à la trompe à mercure, puis on relie le piège fermé à la burette. Le piège est plongé dans un Dewar contenant de l'air liquide, puis le robinet de communication est ouvert : tout le gaz est aspiré dans le piège à la faveur du vide et de la condensation du N^2O. Le piège, toujours plongé dans l'air liquide, est détaché du Hempel, les gaz non condensés sont aspirés à la trompe à mercure, recueillis dans une éprouvette et mesurés; ils renferment CO, H^2, N^2; un peu de N^2O accompagne ces gaz. Le vide doit être poussé à 1^{mm} environ. Le piège étant alors sorti de l'air liquide, on recueille aussitôt dans une autre éprouvette le N^2O qui se dégage. C'est du N^2O pur; sa pureté a été vérifiée. Les gaz non condensés sont replacés dans la burette de Hempel et analysés : chauffage de 5 minutes (fil de platine au rouge vif), évaluation du changement de volume, dosage du CO^2 formé. A la quantité de CO^2 produit par réaction correspond une même quantité de N^2O ayant servi de comburant. On détermine par combustion dans de l'oxygène ajouté le CO et le H^2 en excès.

Voici, à titre d'exemples, la composition des gaz produits dans trois circonstances différentes :

A = gaz recueilli au cours du chauffage à 108°,5 d'un coton-poudre;

B = gaz produit par l'action à 50° de l'acide nitrique à 25 pour 100 sur une ramie nitrée à 12 pour 100 d'azote;

C = gaz provenant du traitement d'une ramie nitrée à 14 pour 100 par l'eau à 130° en tube scellé.

	CO^2.	NO.	N^2O.	CO.	CH^4.	H^2.	N^2.	Total.
A............	63,61	1,89	13,79	10,16	1,52	0,00	9,03	100,00
B............	42,13	32,23	15,39	5,24	0,00	0,00	5,01	100,00
C............	64,43	1,05	26,57	2,70	1,29	0,00	3,96	100,00

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation de l'acide diphénylpyruvique.* Note de M. **Jules Jarrousse**, présentée par M. Auguste Béhal.

Sur les conseils de M. J. Bougault nous avons étudié l'oxydation de l'acide diphénylpyruvique par le permanganate de potassium en milieu alcalin. L'acide diphénylpyruvique est le produit de la condensation de deux molécules d'acide phénylpyruvique sous l'influence des alcalis :

$$\begin{matrix} C^6H^5-CH^2-CO-CO^2H \\ +\ C^6H^5-CH^2-CO-CO^2H \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} C^6H^5-CH^2-\underset{|}{C}OH-CO^2H \\ C^6H^5-CH-CO-CO^2H. \end{matrix}$$

I. Nous avons opéré sur une solution alcaline de l'acide diphénylpyruvique et au bain de glace par additions successives d'une solution saturée de permanganate de potassium. La liqueur, décolorée après réaction par le bisulfite de soude et filtrée, laisse déposer lentement un corps auquel nous avons été conduit à attribuer la formule suivante :

$$C^6H^5-CH^2-CO-\underset{\substack{| \\ C^6H^5}}{CH}-CHO.$$

Ce corps fond à 114°. Il est peu soluble à froid dans l'alcool à 90°, notablement soluble à chaud, ce qui permet une purification aisée. Il est soluble dans la benzine et dans l'éther son meilleur solvant est le chloroforme.

Il fournit les réactions suivantes qui le rattachent aux aldéhydes.

Il donne une semicarbozone fondant avec décomposition vers 200°. Il réduit le réactif de Nessler et l'oxyde d'argent ammoniacal. Il recolore à froid le réactif de Schiff.

Son oxydation par l'iode, soit en présence de carbonate, soit en présence de bicarbonate donne lieu à une réaction complexe. Nous avons cependant obtenu de petites quantités d'un acide instable, se décomposant instantanément au bloc Maquenne vers 190°, insoluble dans la benzine et dont la masse moléculaire est supérieure à la masse moléculaire de l'aldéhyde obtenue.

II. Les caractères de la formation de cette aldéhyde, se séparant lentement d'une liqueur alcaline, nous ont fait supposer qu'elle provenait de la décomposition du sel d'un acide instable. Nous avons mis ce fait en évidence de la manière suivante. Nous avons opéré l'oxydation de l'acide

diphénylpyruvique dans les mêmes conditions, en milieu alcalin et à froid; mais aussitôt après avoir éliminé l'excès de permanganate de potassium par addition de bisulfite de soude et filtration, nous avons acidulé la liqueur obtenue et extrait par l'éther les produits précipités. Les solutions éthérées évaporées au bain-marie, puis reprises par un peu de benzine et d'éther de pétrole, laissent cristalliser un produit acide auquel nous avons été conduit à attribuer la formule

$$C^6H^5-CH^2-CO-\underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{CH}}-CO-CO^2H.$$

Cet acide est instable, il se décompose spontanément à la température ordinaire en quelques jours; il est soluble dans l'alcool, dans l'éther, dans le chloroforme.

En solution alcaline, soit d'alcali libre, soit de carbonate ou de bicarbonate, il se décompose, libérant d'une part une molécule de gaz carbonique, d'autre part une molécule de l'aldéhyde précédemment obtenue

$$C^6H^5-CH^2-CO-\underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{CH}}-CO-CO^2H \rightarrow CO^2+C^6H^5-CH^2-CO-\underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{CH}}-CHO.$$

Cette décomposition s'opère également dans une solution alcoolique légèrement acide.

III. *Conclusion.* — L'oxydation de l'acide diphénylpyruvique en solution alcaline par le permanganate de potassium et à froid porte sur la fonction alcool tertiaire voisine d'un groupement CO^2H; elle libère une molécule de gaz carbonique

$$\begin{matrix} C^6H^5-CH^2-COH-CO^2H \\ | \\ C^6H^5-CH-CO-CO^2H \end{matrix} + O \rightarrow H^2O + CO^2 + \begin{matrix} C^6H^5-CH^2-CO \\ | \\ C^6H^5-CH-CO-CO^2H. \end{matrix}$$

L'acide ainsi obtenu est instable, il se décompose en solution alcaline. En perdant une molécule d'anhydride carbonique, il donne naissance à une aldéhyde.

$$C^6H^5-CH^2-CO-\underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{CH}}-CO-CO^2H \rightarrow CO^2+C^6H^5-CH^2-CO-\underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{CH}}-CHO.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le triacétate de cellulose.*
Note de M. **Jean Grard**, présentée par M. Robert Lespieau.

L'éther triacétique de la cellulose se présente comme un intermédiaire dans la préparation de l'acétate de cellulose commercial, dont l'indice d'acétyle s'encadre entre celui du diacétate de cellulose et celui du triacétate.

On sait, en effet, que les processus usuels d'acétylation se développent en milieu acétique et conduisent à une solution de triacétate qu'une saponification ultérieure permet de faire rétrograder jusqu'à l'obtention de la solubilité acétonique nécessaire aux besoins industriels.

Quand on vise à la production du seul triacétate en petite quantité, il est commode d'adopter une méthode par insolubilisation qui facilite grandement les manipulations et conserve la structure originelle du coton mis en œuvre. Les méthodes déjà indiquées nous ont toujours acheminé vers des acétates incomplètement solubles dans le mélange chlorure de métylène-alcool à 80/20, manifestement très dégradés et fournissant des films d'une fragilité excluant toute possibilité de mesure mécanique.

La méthode suivante que nous avons mise au point produit des triacétates de cellulose de bonne qualité : la cellulose est traitée pendant 15 minutes par un mélange à parties égales d'acide acétique et d'acide perchlorique aqueux de titre $n/2$; après un essorage à fond, elle est immergée durant 4 heures dans un bain, composé d'une partie d'anhydride acétique pour cinq parties de tétrachlorure de carbone; ce bain est agité mécaniquement et refroidi à une température inférieure à 10°.

Le produit extrait du bain est un triacétate d'aspect identique à celui du coton traité. Moins hygroscopique et plus résistant à l'action saponifiante de l'eau que l'acétate commercial, il est intégralement soluble dans le mélange chlorure de méthylène-alcool; l'évaporation de la solution laisse un film transparent et souple. Ses caractéristiques mécaniques sont

$$R = 5\,\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}\quad A = 3 \text{ pour } 100.$$

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le dosage de l'ozone atmosphérique. Comparaison de méthodes spectrographique et chimique.* Note de M. **Alexandre Dauvillier**, présentée par M. Charles Fabry.

I. De nombreux dosages de l'ozone atmosphérique au sol ayant été effectués, soit par des méthodes spectrographiques, soit par des procédés chimiques, il devenait nécessaire d'en faire une comparaison directe. Celle-ci doit porter sur une période de temps d'au moins plusieurs mois consécutifs et être effectuée à l'abri des causes d'erreurs inhérentes au voisinage du sol, comme l'influence de la végétation. Nos mesures ont été faites durant l'hiver dernier à Abisko, entre le 22 décembre et le 7 mars. Pendant cette période 68 dosages spectrographiques ont été effectués par MM. D. Barbier, D. Chalonge et E. Vassy, selon une méthode précédemment décrite (1), tandis que 56 dosages chimiques étaient effectués par nous selon la méthode utilisée au Scoresby Sund pendant l'Année polaire (2). Bien que la première donne une mesure ne portant que sur quelques minutes chaque jour, alors que la seconde fournit une valeur moyenne portant sur 24 heures consécutives, on pouvait espérer que la comparaison statistique des moyennes conduirait à des résultats comparables. En fait, la concentration de l'ozone au sol varie assez rapidement (en fonction des vents, par exemple) pour que les valeurs quotidiennes fournies par les deux méthodes ne soient pas identiques.

Les valeurs moyennes de 50 dosages simultanés sont de : $4^{mg},1$ d'ozone par 100^{m^3} d'air pour la méthode spectrographique et $3^{mg},3$ pour la méthode chimique. Les valeurs maxima sont respectivement de $6^{mg},4$ (4 janvier) et $6^{mg},6$ (3-4 janvier et 1-2 mars); les valeurs minima de $1^{mg},5$ (24 février) et $1^{mg},0$ (30-31 décembre). Deux contrôles de la méthode chimique, effectués en aspirant l'air au moyen d'un tube de caoutchouc absorbant spécifiquement O^3 ont donné des valeurs nulles.

Comme on le voit, les deux méthodes conduisent à des résultats aussi comparables que peuvent le laisser espérer leurs techniques différentes.

Dans un premier essai antérieur de comparaison, effectué à Arosa au printemps de 1934, la méthode chimique indiquait une concentration en

(1) D. Chalonge et E. Vassy, *Journ. de Phys.*, 5, 1934, p. 309.
(2) A. Dauvillier, *Journ. de Phys.*, 5, 1934, p. 455.

ozone moitié moindre, l'air étant aspiré dans la forêt, tandis que la mesure spectrographique intéressait une épaisseur d'air de plus d'un kilomètre située au-dessus de névés.

II. Le régime de l'ozone au sol à Abisko (latitude géomagnétique : 66°N ; altitude : 386^m) vers la fin de la nuit polaire, s'est montré très différent de celui observé au Scoresby Sund pendant l'Année polaire, à pareille époque. La concentration en O^3 à Abisko étant demeurée sensiblement constante et relativement faible. Quoique ces deux stations soient situées très différemment par rapport à la zone aurorale (le Grœnland étant au nord et à l'intérieur de cette zone tandis que la Laponie est à l'extérieur et au Sud) et bien que l'activité aurorale ait été considérablement moindre à Abisko qu'au Scoresby Sund, cette différence semble montrer que l'influence des conditions météorologiques locales dans la teneur de l'air en ozone, est primordiale.

ZOOLOGIE. — *Sur une race naissante de* Baculum artemis *Westw* (*Orthopt.* Phasmidæ). Note de M. **Pierre Cappe de Baillon**, présentée par M. Maurice Caullery.

Le *Baculum* (*Clitumnus*) *artemis* Westw., Phasme de la tribu des *Clitumnini*, est une espèce parthénogénétique originaire du Bengale. D'après Brunner von Wattenwyll et Redtenbacher [1], le genre *Clitumnus* se distingue du genre voisin *Cuniculina* principalement par l'absence de cornes céphaliques.

De fait, un lot d'œufs de *B. artemis*, reçu de Kurseong (Bengale), le 10 décembre 1922, a donné, de 1923 à 1926, des descendants nombreux, dépourvus de cornes et conformes, pour les caractères essentiels, au type décrit par Westwood. Mais, au mois de mai 1926, dans un élevage représentant la quatrième génération de la souche primitive, une femelle a fait son apparition, portant sur la tête deux cornes foliacées bien développées, et, sur le reste du corps, plusieurs caractères secondaires propres au sexe mâle [2]. La descendance de cette femelle, suivie de 1926 à 1932, a fourni

---

(1) *Die Insektenfamilie der Phasmiden*, Leipzig, 1908, p. 189.

(2) P. Cappe de Baillon, *Recherches sur la tératologie des Insectes.* — II. *La descendance des monstres de Phasmides*, Paris (*Encyclopédie entomologique*, série A, 14, 1931, p. 156).

un total de 607 descendants, dont 557, soit 90 pour 100, étaient cornus, mais tous, comme la femelle d'origine, plus ou moins masculinisés.

L'association des deux anomalies, cornes frontales et caractères secondaires mâles, s'est maintenue de 1932 à 1934. En juin 1934, dans la huitième génération de la femelle cornue de 1926, ont apparu, pour la première fois, des femelles cornues absolument pures de tout caractère mâle. Une de ces femelles, isolée en 1934, a donné, en 1935, des descendants *exclusivement femelles et tous cornus*.

Cette évolution est accompagnée de légers changements dans la formule chromosomique de l'espèce. On a vu que la formule des cellules somatiques du *B. artemis* était variable; elle oscille entre 60 et 80 chromosomes, aussi bien chez les femelles masculinisées cornues que chez les femelles parthénogénétiques normales [1]. Or, l'étude cytologique des embryons provenant des femelles de 1934 révèle une tendance à la stabilisation du nombre des chromosomes. S'il existe encore des cellules somatiques à 80 éléments, celles-ci cependant sont rares; la plupart possèdent 72 chromosomes, c'est-à-dire, dans la mesure où il est permis d'utiliser les chiffres donnés par les spermatogonies et les spermatocytes des mâles d'origine parthénogénétique, le nombre diploïde.

On peut donc considérer les femelles cornues de 1934 comme la souche d'une race de *B. artemis* détachée par mutation de la lignée parthénogénétique de 1922 et caractérisée par la présence de cornes frontales. Étant donné la stabilité observée jusqu'ici chez les espèces parthénogénétiques à formule diploïde, il est permis de conjecturer que la présence des cornes et l'absence de caractères secondaires mâles se retrouveront associées chez la majorité des constituants de la nouvelle race.

PHARMACODYNAMIE. — *Étude de la fixation de la quinine sur les paramécies au moyen de l'examen microscopique de la fluorescence.* Note de M. GUILLAUME VALETTE, présentée par M. Alexandre Desgrez.

Le problème de la localisation des toxiques dans l'organisme animal, résolu dans la plupart des cas en ce qui concerne le tissu ou l'organe récepteur, doit être examiné de plus près en envisageant la cellule même où se fixe le poison. Il y a, de plus un grand intérêt à étudier ce phénomène,

---

(1) *Loc. cit.*, p. 250-254.

non seulement *a posteriori* sur une cellule ayant subi l'action de la substance nocive, mais surtout en observant l'effet progressif de cette substance sur une cellule vivante.

Nous avons abordé ce problème en étudiant l'action d'un toxique facile à mettre en évidence à des concentrations très faibles : la quinine, sur une cellule isolée : *Paramecium caudatum*. La propriété que possède la quinine de donner, en solution sulfurique, une fluorescence nette jusqu'à la dilution de 1 pour 500000 a déjà été utilisée par M. R. Fabre [1] pour déterminer l'élimination urinaire de ce médicament et sa répartition entre les hématies et le plasma.

Si l'on observe, à l'aide d'un microscope muni d'un dispositif à fluorescence (appareil Reichert), des paramécies placées entre lame et lamelle dans des solutions de sulfate de quinine de différentes concentrations, on constate qu'au bout d'un temps très court, les infusoires apparaissent vivement éclairés en certaines régions. Pour un grossissement de 500, on aperçoit tout d'abord des sphères régulières, se détachant au bleu intense sur le fond obscur de la préparation et circulant dans le corps du protozoaire. Ces plages lumineuses ne sont autres que des vacuoles digestives; leur nombre, d'abord peu élevé (5 ou 6), s'accroît peu à peu et, au moment où l'action toxique de la quinine atteignant son maximum, l'infusoire s'immobilise, la fluorescence diminue d'intensité aux points où elle s'était manifestée au début pour se répartir uniformément et à un degré moindre dans tout le corps du protozoaire.

Ces phénomènes s'observent aisément avec une solution de sulfate de quinine $M.10^{-4}$ (soit environ 1 pour 15000 de quinine base) au sein de laquelle les protozoaires meurent au bout de 15 minutes. La fluorescence est encore manifeste avec une solution 10 fois moins concentrée (1 pour 150000). Dans ce cas, les paramécies survivent au moins 3 heures et la luminosité apparaît au bout de quelques minutes.

Si l'on examine des paramécies ayant subi l'action toxique d'une solution de sulfate de quinine plus concentrée ($M.10^{-3}$) et ayant été soumises à plusieurs lavages dans l'eau distillée, on constate que la fluorescence se maintient visible.

On déduit de ces résultats la possibilité d'étudier l'action d'un toxique au point de vue cytologique en mettant en évidence les constituants cellu-

---

(1) R. Fabre, *Bull. Soc. Chim. biol.*, **7**, 1923, p. 1024 et **12**, 1930, p. 954.

laires atteints par la substance envisagée. Dans ces expériences, où l'on assiste véritablement à la fixation d'un toxique sur une cellule vivante, on est frappé de l'analogie que présente le phénomène observé avec la fixation d'un colorant vital basique tel que le rouge neutre, puisque, dans les deux cas, la substance étrangère se localise au niveau du vacuome.

VENINS. — *Sur une race de vipère aspic* (Vipera aspis) *à venin blanc*. Note de MM. **Émile Cesari**, **Jean Bauche** et **Paul Boquet**, présentée par M. Félix Mesnil.

Au cours des récoltes du venin prélevé sur les quelque 10 000 vipères envoyées vivantes, tous les ans, de mars à novembre, à l'Institut Pasteur, pour les besoins du service de sérothérapie antivenimeuse, nous avons observé que les lots de reptiles provenant du département du Gers (communes de Puycasquier et de Monferran-Savès) fournissent constamment du venin incolore, alors que le venin recueilli sur les vipères capturées dans les départements de l'Allier, de la Charente-Inférieure, de la Côte-d'Or, de la Creuse, de l'Isère, du Jura, de la Loire, du Maine-et-Loire, de la Haute-Marne et du Rhône, a toujours une teinte franchement jaune.

Les vipères qui sécrètent du venin blanc ne se différencient des vipères des autres départements français par aucune autre particularité ; elles offrent tous les caractères distinctifs de l'espèce *Vipera aspis* et l'on retrouve chez elles les variétés de coloration, ainsi que les divers dessins formés par la disposition des taches, que l'on rencontre habituellement chez les vipères communes.

Le venin des vipères du Gers, desséché, se présente sous l'aspect de lamelles blanches, opaques ; le venin récolté sur les vipères originaires des autres départements, soumis à la dessiccation, donne des paillettes jaune d'or. Tandis que les solutions de venin blanc, portées à la température de 70°, se troublent en formant un précipité abondant, les solutions de venin jaune, chauffées à la même température, deviennent seulement opalescentes.

Administré par la voie veineuse, chez les petits animaux de laboratoire, le venin blanc se montre doué d'une plus grande toxicité que le venin jaune. D'après les déterminations effectuées avec des échantillons constitués par le mélange de venins desséchés provenant, pour chacune des sortes, de

plusieurs centaines de serpents, les doses minima mortelles de venin blanc et de venin jaune, pour le Lapin, le Cobaye et la Souris blanche, sont les suivantes :

		Venin jaune.	Venin blanc.
		mg	mg
Lapins de 2^kg^	voie veineuse	0,70	0,60
	voie sous-cutanée	12	16
Cobayes de 420^g^ à 450^g^	voie veineuse	0,1	0,05
	voie sous-cutanée	1,5	1,5
Souris blanches de 18^g^ à 20^g^	voie veineuse	0,05	0,01
	voie sous-cutanée	0,1	0,1

La toxicité des solutions de venin blanc est moins affaiblie par le chauffage à 70° que celle des solutions de venin jaune.

D'autre part, l'analyse physiopathologique des envenimations expérimentales réalisées chez le Lapin et le Cobaye montre que le venin blanc est relativement beaucoup moins nécrosant et beaucoup plus neurotoxique que le venin jaune.

En ce qui concerne l'action *in vitro* sur le plasma de cheval, le venin blanc possède un pouvoir coagulant et un pouvoir anticoagulant moins prononcés que ceux du venin jaune. Jugé sur la puissance, vis-à-vis des hématies de cheval, de la lysocitine engendrée par l'action du venin sur le sérum de cheval chauffé, le pouvoir hémolytique du venin blanc est inférieur à celui du venin jaune.

La toxicité, le pouvoir coagulant, le pouvoir hémolytique du venin blanc sont neutralisés, comme pour le venin jaune, par le sérum antivipérin (*Vipera aspis*).

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le déterminisme de la fixation saisonnière de* Navicula fusiformis *Grün.* (N. Ostrearia *Bory*). *Sa culture expérimentale en ostréiculture.* Note de M. **Gilbert Ranson**, présentée par M. Charles Gravier.

Navicula fusiformis Grünow a été décrite en 1877 du Honduras. Elle existe à l'état planctonique dans tous les Océans et seulement, semble-t-il, dans les zones tropicale et subtropicale. Comme toutes les Algues pélagiques et, peut-on dire, tous les animaux planctoniques, elle ne vit pas

isolée, mais par bancs. Elle présente la curieuse propriété de devenir benthique par chimiotactisme lorsque sur le sol se trouve une matière organique particulière soumise à des conditions spéciales. Il s'agit du mucus de l'Huître. Dans le monde entier, partout où l'on pratique l'ostréiculture d'une manière importante, où des millions d'Huîtres sont déposées pour l'élevage sur les fonds côtiers, cette Diatomée devient benthique et s'y développe abondamment en présentant des phénomènes très curieux. D'après Viallanes (1892), une Huître portugaise de 18 mois précipite, en filtrant l'eau dans laquelle elle se trouve, $1^g,075$ d'argile en 24 heures. Cela représente par an, pour les 500 millions d'Huîtres élevées sur les fonds de la région de Marennes, près de 200 000 tonnes d'argile précipitée.

Ce même auteur évalue aux quatre centièmes environ la quantité de mucus sécrété en même temps, représentant 7740 tonnes de ce dernier. Or les Huîtres de deux et trois ans ont un pouvoir filtrant beaucoup plus grand encore, augmentant avec la quantité d'argile en suspension. Il faut au moins doubler les chiffres ci-dessus pour la région de Marennes où les eaux sont en général beaucoup plus chargées en argile que dans le Bassin d'Arcachon, pour lequel seulement les chiffres de Vialannes sont valables.

Ce mucus, comme je l'ai démontré expérimentalement en 1927, est la cause de la fixation sur le sol du *Navicula fusiformis*. Mais il est extrêmement important de noter que seul le mucus de l'Huître provoque le développement particulier de cette Diatomée; celui de la Moule par exemple, si abondant dans les régions mytilicoles, n'agit pas de même. Il y a là une spécificité remarquable digne d'attirer l'attention. D'un ensemble d'observations il semble en effet résulter que chaque Diatomée benthique possède des affinités pour un mucus donné, au niveau duquel on observe son développement à l'exclusion de toute autre espèce. Ce mucus est très peu fermentescible, surtout dans l'eau de mer. Dans certaines conditions seulement, sur lesquelles je reviendrai ailleurs, ce mucus est attaqué par les microorganismes et il y a tout lieu de penser que le sucre dont il est en partie constitué est libéré. En effet, en présence des sucres, *Navicula fusiformis* brune présente exactement les phénomènes observés dans la nature et expérimentalement en présence du mucus d'Huîtres. Elle devient benthique et acquiert une activité débordante, sécrète une quantité de mucilage extrêmement abondante et, proliférant rapidement, les innombrables Navicules recouvrant le sol y sont fixées par un tapis mucilagineux homogène. En même temps les chromotophores se raccourcissent et à leurs

extrémités apparaissent des gouttelettes huileuses, présentant les réactions des phosphatides, colorées en bleu par un pigment spécial; les vacuoles diminuent, mais le protoplasma des deux extrémités, se colorant en bleu, augmente de volume. Dans l'ensemble la Navicule devient plus longue et plus large. La sécrétion de substance colorée en bleu acquiert une intensité considérable; elle est abondamment excrétée dans l'eau, qui devient assez rapidement verte, car le pigment bleu est vert bleuâtre hors de l'algue. Tous les faits naturels et expérimentaux démontrent péremptoirement que nous sommes là en présence d'une accélération extraordinaire des processus vitaux et non d'une dégénérescence. Les beaux travaux de Molliard ont d'ailleurs démontré définitivement que les sucres sont de véritables aliments pour les végétaux autotrophes. Si l'action extérieure cesse, la Navicule revient à son état primitif, mais, si elle ne retrouve pas aussitôt sa condition pélagique, elle meurt. Ces phénomènes se produisent dans des conditions précises de salinité, lumière et pH; mais ce sont là seulement des causes adjuvantes favorisant ou inhibant le processus métabolique, la nutrition de l'algue aux dépens du sucre. Dans sa condition benthique on l'a appelée *Navicula ostrearia* Bory. C'est la même espèce. L'expérimentation a permis de résoudre une question de systématique. Sa présence, signalée par Sauvageau sur des Algues brunes dans la Méditerranée, démontre l'excrétion par ces dernières d'un sucre qu'elles contiennent, nous le savons, en assez grande abondance.

Il est très difficile, pour ne pas dire impossible, de faire des cultures pures de Diatomées, sans bactéries, car celles-ci sont collées à la paroi même de ces Algues. Cependant nous ne pouvons pas mettre en doute l'action des sucres. Ceux-ci, à dose précise seulement, provoquent la pigmentation signalée ci-dessus presque instantanément, dans l'espace de quelques heures. Au bout de 24 heures le protoplasma de la Navicule est complètement bleu. Avec les sucres fermentescibles l'activité de la Diatomée s'arrête bientôt par suite du développement des bactéries; mais avec tous les sucres infermentescibles, les alcools polyatomiques, on obtient de splendides cultures de Navicules bleues en 48 heures et, au bout de 4 jours, la matière organique pigmentée soluble colore abondamment l'eau du milieu.

Les matières organiques azotées essayées ne m'ont donné aucun résultat. Chacune d'elles favorise le développement presque exclusif d'une autre espèce de Diatomée, en général normalement benthique.

L'importance de cette Diatomée dans la pratique de l'ostréiculture est, on le sait, très grande pour la région de Marennes. Pendant la période d'années sèches que nous venons de traverser, les fonds ostréicoles en ont été presque complètement dépourvus. En application des résultats ci-dessus, je viens de faire des essais dans des réservoirs naturels d'établissements ostréicoles en collaboration avec M. Baudier. Ils ont été entièrement concluants. Mais il reste un problème à résoudre pour la pratique : c'est la mer qui apporte les Navicules sur les fonds côtiers; ils n'en ont jamais à l'état normal. On sera donc encore à la merci d'un apport naturel, si l'on ne réalise pas des cultures permanentes. Malgré tout, ce premier résultat entraîne des conséquences d'un intérêt immense pour l'industrie ostréicole française.

IMMUNOLOGIE. — *De l'effet favorisant de certaines substances lipoïdiques sur l'action immunisante des antigènes.* Note [1] de M. **Gaston Ramon**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Récemment nous montrions, ici même, avec E. Lemétayer que, chez le cheval, l'immunité antitétanique que procure l'anatoxine spécifique est considérablement accrue lorsqu'au lieu d'injecter cette anatoxine, seule, on prend soin de l'incorporer dans la graisse de laine [2]. Weinberg et Mlle Guillaumie viennent d'utiliser avec succès notre procédé dans la préparation du sérum anti-vibrion-septique [3].

Grâce au même principe, nous avons réalisé l'immunité antidiphtérique expérimentale au moyen de bacilles diphtériques vivants et pathogènes inclus dans la lanoline [4] et nous avons pu, avec A. Staub, obtenir chez le Lapin et chez le Mouton une immunité anticharbonneuse très solide et durable, à l'aide d'une injection unique du virus-vaccin de Pasteur (1er vaccin) [5] incorporé dans la même substance lipoïdique. C'est encore ce même principe que, tout dernièrement, Ch. Nicolle et J. Laigret ont

---

(1) Séance du 30 septembre 1935.

(2) G. Ramon et E. Lemetayer, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 199.

(3) M. Weinberg et Mlle Guillaumie, *C. R. Soc. Biol.*, 119, 1935, p. 719.

(4) G. Ramon, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 985.

(5) G. Ramon et A. Staub, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 241.

appliqué à la vaccination contre la fièvre jaune et le typhus exanthématique ([1]). La méthode a donc une portée générale.

Nous rappelant la composition de la lanoline et nous souvenant aussi de l'hydrophilie du mélange d'huile et de cholestérol nous avons, dans de nouveaux essais, incorporé à un tel mélange l'anatoxine tétanique avant de l'injecter à des chevaux que nous désirions vacciner contre le tétanos.

Ainsi, par exemple, trois chevaux reçoivent sous la peau de l'encolure une première injection de 6^{cm^3} d'un mélange ainsi composé :

Anatoxine tétanique.	Huile de vaseline.	Cholestérol.
3^{cm^3}	3^{cm^3}	$0^g,1$

Au bout de quatre semaines, l'injection est renouvelée dans les mêmes conditions et, neuf jours après cette seconde injection, on trouve dans le sérum des animaux ainsi traités :

Cheval n°	128.	129.	131.
Unités antitoxiques au centimètre cube	100	100	30

A titre de comparaison rappelons que le sérum d'un cheval qui reçoit, à un mois d'intervalle, 2 injections de chacune 10 centicubes d'anatoxine tétanique seule, sans addition, acquiert une teneur en antitoxine spécifique qui ne dépasse guère 1/100e d'unité antitoxique par centimètre cube. Or, le sérum de nos animaux vaccinés au moyen de deux doses de chacune 3 centicubes d'anatoxine, préalablement incorporée dans un mélange d'huile et de cholestérol, titre en moyenne 75 unités, soit environ 7500 fois plus; la quantité totale d'antigène employée ici étant d'ailleurs moindre (6^{cm^3} au total au lieu de 20) ([2]).

Ces résultats montrent que le mélange huile de vaseline-cholestérol exerce, d'une façon peut être encore plus marquée que la lanoline, un effet favorisant intense sur l'antigène et sur son action immunisante qui, dans les conditions de nos expériences, se trouve ainsi multipliée des milliers de fois.

([1]) Ch. Nicolle et J. Laigret, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 312 et 372.

([2]) Déjà nous avions constaté dans d'autres conditions (chez les petits animaux de laboratoire) et à un degré sensiblement moindre qu'ici, l'action favorisante qu'exerce sur la production des antitoxines, l'addition de cholestérol aux anatoxines spécifiques immédiatement avant leur introduction sous la peau de l'animal (G. Ramon, E. Lemetayer, R. Richou, *loc. cit.*).

Nous poursuivons l'étude de ce phénomène qui n'est pas moins important à considérer du point de vue théorique que du point de vue pratique ([1]).

SÉROIMMUNOLOGIE. — *Contribution à l'étude des globulines du sang en rapport avec son pouvoir alexique.* Note de M. **Maurice Doladilhe**, présentée par M. Félix Mesnil.

Le sérum sanguin frais, porté à une dilution l par de l'eau distillée, est soumis à l'action d'un courant lent et continu de gaz carbonique qui provoque la précipitation d'une partie des globulines : les CO^2-*globulines*. La valeur l de la dilution est déterminée expérimentalement, de façon à ce que cette précipitation soit complète (sérum humain, $l=12$; sérum de porc, $l=10$; sérum de bœuf, $l=15$). Dans ces conditions, les CO^2-globulines, remises en solution physiologique, possèdent la propriété du chaînon central de l'alexine, et le liquide surnageant, après isotonisation, manifeste uniquement la propriété du chaînon terminal sans présenter trace de la propriété du chaînon central.

Quand on soumet la solution physiologiques des CO^2-globulines ainsi obtenues à l'action d'un courant lent et continu de gaz carbonique, on constate qu'une fraction des protéines flocule. Ce sont les *protéines* A. Ces protéines, qu'on peut séparer par centrifugation, sont insolubles dans l'eau et dans les solutions salines.

La solution surnageante, qui contient la fraction des CO^2-globulines non précipitables par le gaz carbonique que nous appellerons *protéines* B, est débarrassée du CO^2 dissous, soit par le vide, soit par un courant d'air; ces traitements sont prolongés jusqu'à ce que le pH atteigne une valeur très voisine de 7.

Cette solution des protéines B présente alors la propriété du chaînon central de l'alexine. Toutes autres choses égales, elle exerce cette propriété avec la même intensité que la solution physiologique de CO^2-globulines dont elle a été séparée.

([1]) Dans la pratique courante des vaccinations, au moyen des anatoxines ou des virus vivants, le mélange huile de vaseline-cholestérol est plus commode à employer que la lanoline.

Les protéines B sont précipitées par l'alcool, puis desséchées dans le vide, de même que les protéines A séparées antérieurement de la solution de CO^2-globulines.

La teneur en phosphore de ces deux protéines est nettement différente, ainsi que le montrent, par exemple, les chiffres ci-dessous :

CO^2-*globulines séparées d'un sérum de porc.*

	Protéines A.	Protéines B.
Phosphore pour 100............	0,2036	0,0782

La solution physiologique de CO^2 globulines, sous l'influence d'un courant lent et prolongé de gaz carbonique, semble ainsi déséquilibrée, et se comporte comme un sol colloïdal en voie de floculation partielle.

Tout se passe comme si ce groupe protéique était formé par une association complexe A, B, *soluble* dans l'eau physiologique. Le constituant A de ce complexe, *insoluble séparément* dans l'eau physiologique, évoluerait vers la floculation, sous l'influence du CO^2, et le constituant B, *soluble* dans l'eau physiologique, se montrerait, au contraire, nettement plus stable vis-à-vis de ce gaz.

La propriété du chaînon central de l'alexine que possède le complexe de CO^2-globulines serait due, non pas au complexe total, mais aux protéines B; celles-ci représentent la fraction la plus stable et la moins riche en phosphore de ce groupe protéique.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *De la vaccination intracutanée contre l'épithélioma de Pearce-Brown.* Note [1] de MM. **Alexandre Besredka**, **Israël Magat**, **Pierre Laval** et **Pierre Besnard**, présentée par M. Félix Mesnil.

La tumeur de Pearce-Brown, inoculée dans les testicules du lapin, produit, au bout de huit à quinze jours, une orchite suivie, dans la grande majorité des cas, de métastases qui emportent l'animal en peu de temps.

Nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible, en empruntant

(1) Séance du 7 octobre 1935.

la voie intracutanée ([1]), de rendre les lapins résistants non seulement aux inoculations dans la peau ([2]), mais encore à celles dans le testicule.

En poursuivant nos expériences sur le rôle de la peau dans l'immunité, et entre autres celles relatives au sarcome de la souris, faites en collaboration avec Gross ([3]), nous injectâmes à des lapins, dans l'épaisseur de la peau, une émulsion d'épithélioma de Pearce-Brown. Cinq-six jours après, nous constatâmes des tumeurs intracutanées ayant une évolution bénigne et ne donnant pas de métastases. Lorsque ces tumeurs furent résorbées, nous inoculâmes nos lapins de l'épithélioma dans les testicules.

Voici, à titre d'illustration, une de ces expériences :

Lapin A. Le 26 juillet, on injecte dans la peau, en deux points du flanc, une émulsion d'épithélioma métastasique. Le 31 juillet, on constate au niveau de chaque piqûre une belle tumeur cutanée ayant les dimensions et l'aspect d'une grosse cerise. Le 9 août, ces tumeurs commencent à régresser pour disparaître complètement vers le 5 septembre.

Lapin B. Le 9 juillet, on injecte dans la peau, comme précédemment, une émulsion chargée d'un mélange d'épithélioma testiculaire et de nodules métastasiques. Le 14 juillet, on voit apparaître deux tumeurs cutanées qui atteignent dans la suite le volume d'une noix. Le 9 août, ces tumeurs sont résorbées.

Lapin C. Le 27 juillet, on injecte dans la peau, en plusieurs points, de l'émulsion d'épithélioma testiculaire. Les tumeurs intracutanées qui s'ensuivent, se résorbent complètement au début de septembre.

Le 7 septembre, on inocule aux trois lapins A, B, C, dans chaque testicule, 1^{cm^3} d'une émulsion assez épaisse, préparée avec un gros testicule épithéliomateux. Séance tenante, dans les mêmes conditions, on inocule trois lapins neufs (D, E, F), ainsi que deux autres lapins dont un (G) avait reçu antérieurement (22 juillet) dans la peau une émulsion d'épithélioma de la souris et un autre (K) une émulsion de sarcome du rat.

Voici quels furent les résultats de cette expérience. Un des trois lapins neufs (D) n'a pas réagi; les deux autres (E et F), ainsi que les deux (G et K) préparés avec des tumeurs néoplasiques étrangères, présentèrent, dès le 14 septembre, de grosses orchites typiques. Un des lapins

---

([1]) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 170.
([2]) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 303.
([3]) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 175, 790, 1550.

neufs (E) est mort le 2 octobre : à l'autopsie, outre les testicules hypertrophiés, il a été constaté des métastases innombrables dans les organes, la rate exceptée. Le second lapin neuf (F) fut sacrifié le même jour : il présentait des métastases dans la cavité abdominale, moins accusées que le précédent, mais qui n'auraient pas tardé à le tuer. Les deux lapins (G et K), préparés avec des néoplasmes hétérogènes, présentent encore aujourd'hui de grosses tumeurs caractéristiques au niveau des testicules et il est extrêmement probable qu'ils succomberont d'ici peu à l'épithéliomatose généralisée.

Quant à nos trois lapins (A, B, C) qui avaient reçu le 26, le 9 et le 27 juillet, en injection intracutanée, à titre de préparation, des émulsions de tumeurs épithéliomateuses, leurs testicules n'ont pas présenté la moindre réaction et ils demeurent jusqu'à présent indemnes.

Il ressort de cette expérience que les lapins, porteurs de tumeurs épithéliomateuses cutanées, deviennent, après résorption de ces dernières, réfractaires à l'inoculation de tumeurs de même nature dans le testicule.

Il reste à voir si cette action protectrice ne saurait être obtenue par un procédé autre que celui que nous venons de décrire; les expériences en cours doivent nous fixer à ce sujet.

En extériorisant, comme nous l'avons fait, le processus néoplasique, on réussit donc à transformer une affection des plus malignes en une maladie bénigne, laquelle est de nature à préserver l'animal contre l'orchite néoplasique et les métastases toujours fatales.

La séance est levée à 16h.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 OCTOBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **PRÉSIDENT** souhaite la bienvenue à MM. les professeurs **WITOLD BRONIEWSKI**, de Varsovie; **DIXON**, de Londres; **PAUL FOURMARIER**, de Liége; Sir **ROBERT HADFIELD**, Correspondant de l'Académie; le professeur **ALBERT SAUVEUR**, de Harvard University; **JOHAN THOMPSON**, de New-York, qui assistent à la séance.

SÉROLOGIE. — *Remarques sur la streptococcémie avec exposé des nouveaux résultats de la sérothérapie dans cette infection.* Note de M. **HYACINTHE VINCENT**.

L'invasion du sang par le streptocoque, quelle que soit la porte d'entrée de ce microbe, revêt presque uniformément une signification très grave. Cette gravité résulte non seulement du caractère peu antigène du streptocoque, mais aussi de deux autres raisons : l'état d'anergie du malade au moment où se produit l'infection et, d'autre part, la faculté d'adaptation au milieu sanguin que présente le streptocoque.

Diverses causes peuvent, en effet, prédisposer l'homme à la septicémie streptococcique : maladie infectieuse préexistante (grippe, rougeole, diphtérie, etc.), association microbienne secondaire intervenant au cours d'une streptococcie locale, maladie organique générale ou viscérale (hépatique, rénale), hémorragie abondante (en particulier *post-partum*), déficit alexique résultant des conditions précédentes ou du surmenage (H. Vincent),

existence d'un vaisseau important au voisinage de la lésion due au streptocoque, etc.

D'autre part, le sang constitue un milieu généralement peu favorable au développement des microbes pathogènes; mais le streptocoque donne naissance, par adaptation rapide, à des souches séro-résistantes. Ce sont ces dernières qui parasitent le sang avec ténacité.

De nombreuses publications parues en France et à l'étranger, ont fait connaître les résultats très favorables donnés par le sérum antistreptococcique que j'ai préparé, dans le traitement de ces septicémies. A ces faits s'ajoutent les observations inédites qui m'ont été communiquées. Il m'a paru utile d'en résumer ici les conclusions; celles-ci confirment et renforcent celles des travaux précédents.

En présence d'une infection microbienne si fréquente et si sévère, qu'elle se classe parmi les facteurs les plus habituels de la morbidité et de la mortalité humaines, il n'est pas sans intérêt de faire ressortir « qu'on est actuellement puissamment armé », contre sa manifestation la plus dangereuse, la septicémie à streptocoques. Celle-ci « comportait, jusqu'en ces dernières années, un pronostic effroyable » que la sérothérapie est venue effacer (Prof. J.-M. Étienne).

Les malades septicémiques qui ont été soumis à la sérothérapie relevaient des causes ou des origines les plus diverses : médicale, chirurgicale, oto-rhino-pharyngée, buccale, dentaire, puerpérale, cryptogénétique. L'un d'eux, donneur de sang, avait été infecté directement par le reflux du sang du malade septicémique dans sa propre veine [1].

Le sérum a été injecté à des malades, à des blessés ou à des opérés septicémiques atteints des localisations ou des complications les plus redoutables : *phlegmon de l'orbite*, *péricardite suppurée*, *endocardite aiguë récente*, *myocardite intense avec tachycardie et pouls imperceptible*, *méningite*, *péritonite généralisée*, *néphrite hémorragique*, etc. Ces malades ont guéri.

Ces complications ont souvent été associées entre elles. En voici des exemples avec guérison : septicémie avec *phlébite de trois membres*, *abcès gangréneux multiples* et *myocardite* (guérison); septicémie avec *broncho-pneumonie double*, *myocardite*, *arthrites suppurées du genou et de l'articulation médio-tarsienne* (guérison); *fracture du crâne avec méningite*, *arthrite suppurée du genou*, *paralysie partielle des membres inférieurs* (gué-

---

[1] Ce malade, qui a présenté une septicémie très grave, a guéri, grâce au sérum. Le cas de ce *donneur* contagionné par un malade, n'est pas exceptionnel.

rison); septicémie avec *méningite cérébro-spinale* et *abcès du cerveau* (guérison); septicémie compliquée *de pleurésie purulente double*, *de broncho-pneumonie* et d'*arthrite suppurée du genou* (guérison), etc.

D'une manière générale, les septicémiques, en y comprenant ceux qui ont présenté cet ensemble de complications, ont bénéficié d'autant mieux de la sérothérapie que celle-ci a été appliquée plus précocement. Mise en œuvre avant l'apparition du stade de séro-résistance du streptocoque, l'action antimicrobienne et antitoxique du sérum s'exerce, en effet, plus efficacement et plus rapidement, souvent dès le 5e jour du traitement. Les septicémiques soumis tardivement à la sérothérapie sont, par contre, beaucoup plus rebelles au traitement. Cependant, cette méthode a guéri des malades ayant reçu le sérum le 15e, le 20e et même (de Harven et Fallas) le 28e jour de leur septicémie.

Par contre, les septicémiques profondément déprimés, arrivés au terme le plus avancé de l'hypoglobulie et de déficit alexique, et ayant épuisé leurs réserves défensives, ne peuvent bénéficier que rarement du secours que leur apporte le sérum (1).

Le nombre total des malades atteints de septicémie et de méningite cérébro-spinale bactériologiquement vérifiées, et chez lesquels la sérothérapie a été appliquée, s'élève actuellement à 310.

Sur ce chiffre de malades, dont le pronostic était qualifié le plus souvent de « désespéré » par les médecins ou chirurgiens qui m'en ont fait connaître les observations cliniques, le nombre des guérisons a été de 252 (2), celui des décès de 58.

La proportion des guérisons et celle des décès s'établissent, en conséquence, comme il suit :

252 guérisons, *soit* 81,30 *pour* 100 *malades;*
58 décès, *soit* 18,70 *pour* 100 *malades.*

---

(1) Il est même des malades qui ont reçu le sérum la veille ou seulement quelques heures avant leur mort. A d'autres, il n'a été injecté que des doses véritablement infimes de sérum antistreptococcique. Tous ces cas, dans lesquels la sérothérapie ne pouvait évidemment donner la mesure de son action antitoxique et antimicrobienne, ont été néanmoins comptés au passif de la sérothérapie dans la statistique ci-après.

(2) Aucune des observations médicales ayant servi à ces statistiques ne m'est personnelle. Toutes ont été recueillies dans les périodiques scientifiques ou m'ont été adressées par les médecins ayant traité les malades.

J'ajouterai que le nombre des guérisons qui m'ont été signalées, mais sans confirmation écrite, est très élevé. Je n'ai pas tenu compte de ces guérisons, parce que non appuyées sur leurs observations cliniques.

Ces résultats sont très voisins de ceux que j'ai fait connaître antérieurement et qui portaient sur un chiffre beaucoup plus faible de malades [1]. Ils les confirment entièrement.

Si l'on envisage les résultats de la sérothérapie non plus sur l'ensemble des malades, mais en les classant d'après leur origine médicale, chirurgicale, etc., on voit que les septicémies d'origine oto-rhino-pharyngée ont donné le pourcentage le plus élevé des guérisons : 85,55 *pour* 100 *malades*.

Les septicémies dites médicales, les septicémies puerpérales ont offert une proportion de succès voisine de 81 pour 100 ou un peu supérieure à ce chiffre.

Le traitement, par le sérum, de la *méningite cérébro-spinale à streptocoques*, affection dont le pronostic était jusqu'ici mortel, a permis d'obtenir la guérison dans 64,65 *pour* 100 *des cas*. Encore est-il que le sérum a été utilisé tardivement chez plusieurs des méningitiques ou n'a pas été injecté simultanément dans le rachis et sous la peau, comme je l'ai prescrit. En raison de la marche aiguë ou suraiguë de cette localisation et de sa haute gravité, il importe de faire, chez de tels malades, un emploi très précoce de la sérothérapie. Celle-ci doit être à la fois intra-rachidienne et sous-cutanée ou même intraveineuse, afin d'atteindre le streptocoque partout où il a pu se multiplier.

ASTROPHYSIQUE. — *Comparaison spectrophotométrique de la lumière zodiacale et de la lumière du ciel nocturne.* Note [2] de MM. **Jean Cabannes** et **Jean Dufay**.

I. On sait que la lumière zodiacale donne un spectre continu coupé par les raies sombres de Fraunhofer, semblable au spectre solaire [3], mais on y observe aussi la raie verte des aurores polaires (5577 Å) et les bandes ou raies d'émission caractéristiques du ciel nocturne [4]. Nous avons pensé qu'il était important de chercher si les raies et bandes brillantes étaient

---

(1) H. Vincent, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, **111**, n° **19**, 22 mai 1934, p. 670, et *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 1550.

(2) Séance du 14 octobre 1935.

(3) E. A. Fath, *Lick Observatory Bulletin*, **165**, 1909; J. Dufay, *Bulletin de la Société française de Physique*, **200**, 1924, p. 57 S; *Thèse*, Paris, 1928, p. 87.

(4) J. V. Karandikar, *Indian Journal of Physics*, **9**, 1935, p. 245.

réellement émises dans la lumière zodiacale elle-même, ou si elles provenaient seulement de la lumière générale du ciel superposée.

Des mesures spectrophotométriques ont été tentées simultanément (septembre 1934) par Eropkin et Kozirev en Asie centrale et par les auteurs à la station d'astrophysique de Forcalquier (Basses-Alpes). De leurs observations, Eropkin et Kozirev concluent que la raie verte n'est pas émise dans la lumière zodiacale, mais ils n'ont pu trancher la question pour les bandes de la région bleue, où leur spectre zodiacal était sous-exposé (¹).

II. Nous nous sommes servis du spectrographe ouvert à F/0,7 utilisé dans nos précédentes recherches (²). Quatre poses, d'une durée totale de 5 heures 7 minutes, ont été faites sur la lumière zodiacale dans les matinées des 14, 16, 17 et 18 septembre 1934 (plaque Lumière « Super-opta »). On visait à 20° de hauteur, en se bornant à suivre en azimut; pâle au début de chaque pose, la région visée devenait brillante à la fin, par suite de l'ascension progressive du cône zodiacal. On arrêtait la pose avant le début du crépuscule.

Sur le ciel nocturne nous avons fait deux poses d'une durée totale de 7 heures 34 minutes, en visant à peu près à la même hauteur mais plus au nord, dans les nuits du 16 au 17 et du 17 au 18 septembre. On passait d'un spectre à l'autre, sans déplacer la plaque, en démasquant alternativement une des moitiés de la fente.

Des poses de gradation, de durées variées, ont été faites en outre sur la même plaque, à l'aide d'une échelle absorbante de densités connues et de deux filtres Wratten bleu sombre et jaune. On peut ainsi, pour les deux régions spectrales isolées par les filtres, construire d'une part les courbes de noircissement à temps de pose constant et à éclairement variable et déterminer d'autre part la puissance p, à laquelle il convient d'élever le rapport des temps de pose (1,48) pour pouvoir comparer les intensités dans les deux spectres (³). En utilisant les courbes de noircissement tracées en lumière bleue et en lumière jaune, pour étudier respectivement l'intervalle 4900-4300 et les alentours de la raie 5577 Å, nous négligeons les variations possibles du facteur de contraste (et de la puissance p) à l'intérieur de ces deux régions spectrales; nous admettons aussi que le facteur de contraste

(¹) D. I. EROPKIN et N. A. KOZIREV, *Poulkovo Observatory Circular*, **13**, 1935, p. 21.

(²) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 306; **200**, 1935, p. 878 et 1504.

(³) Nous avons trouvé $p = 0,83$ en lumière bleue; $p = 0,85$ en lumière jaune.

est le même pour les poses d'étalonnage de quelques minutes et pour les poses spectrales de plusieurs heures, approximations qui paraissent suffisantes dans le cas actuel.

III. Dans l'intervalle 4900-4300, les densités des deux spectres sont très voisines et correspondent à la région d'exposition normale de la plaque. Le spectre zodiacal, moins posé, est cependant le plus dense. *Les raies de Fraunhofer* F, G, h, *y sont plus marquées que sur le spectre du ciel nocturne, mais le contraste entre les bandes brillantes et le fond continu y est atténué.* La raie verte enfin y a donné une impression nettement moins forte.

L'étude du cliché a été faite avec un microphotomètre visuel Fabry et Buisson et avec un microphotomètre enregistreur Zeiss. Elle nous a conduits aux résultats suivants :

Peu variable dans tout l'intervalle spectral étudié, le rapport des intensités dans le spectre continu de la lumière zodiacale et dans le spectre continu du ciel nocturne est voisin de 1,9. Au contraire nous trouvons, pour le rapport des intensités de la raie verte dans la lumière zodiacale et dans le ciel nocturne, 1,07. *Ainsi, à moins d'un dixième près, la raie verte avait la même intensité dans les deux spectres* [1].

Les mesures concernant les bandes de la région bleue sont moins précises, car le spectre continu, qui n'intervenait dans le cas précédent que pour une fraction presque négligeable, prend alors une grande importance par rapport aux bandes. Celles-ci sont d'ailleurs si nombreuses qu'il est souvent difficile d'isoler le spectre continu. Il est visible toutefois que les principales radiations ont aussi des intensités voisines dans les deux spectres. Les meilleures mesures concernent les bandes de Vegard-Kaplan 4838 et 4425 Å, intenses et assez bien détachées. Les rapports trouvés entre leurs intensités dans la lumière zodiacale et dans le ciel nocturne sont :

	Microphotomètre visuel.	Microphotomètre enregistreur.
Pour 4838 Å	1,05	0,96
Pour 4425 Å	0,96	0,90

IV. *Il résulte de ces observations que la lumière zodiacale n'émet ni la raie* 5577, *ni les bandes* 4838 *et* 4425 Å, *ni sans doute aucune des radiations qui caractérisent la luminescence des hautes couches de l'atmosphère.*

---

(1) Eropkin et Kozirev ont trouvé la raie verte deux fois moins intense dans la lumière zodiacale que dans le ciel nocturne.

Abstraction faite des radiations du ciel nocturne qui se superposent à elle, *la lumière zodiacale donne essentiellement un spectre continu à raies de Fraunhofer*. L'étude de sa polarisation avait d'ailleurs déjà montré à l'un de nous qu'elle résultait d'une diffusion de la lumière solaire (1), vraisemblablement par de très petites particules (molécules ou électrons libres) voisines de la Terre (2).

M. **Félix Mesnil** fait hommage à l'Académie d'un tome de l'*Encyclopédie entomologique*, intitulé *Les Anophèles de la France et de ses Colonies*, 1re Partie : *France*, *Corse*, *Afrique*, *Madagascar*, *la Réunion*, par G. Senevet, Correspondant de l'Académie, dont M. **Edmond Sergent**, a écrit la *Préface*.

NOMINATIONS.

MM. **Émile Schribaux** et **Gustave Moussu** sont désignés pour représenter l'Académie à la cérémonie de la remise de la *croix de la Légion d'honneur* aux Écoles nationales d'Agriculture de Grignon, Montpellier et Rennes, à Grignon, le 26 octobre 1935.

CORRESPONDANCE.

Le **Comité d'organisation** invite l'Académie à la séance solennelle du Jubilé Louis Lumière, le 6 novembre 1935, à la Sorbonne.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Congrès Vauban. Xe Congrès de l'Association Bourguignonne des Sociétés savantes, tenu à Avallon les* 20-21-22 *juillet* 1933. *Mémoires.*

2° *Vauban. Notice historique et biographique*, par L. Charrault.

---

(1) J. Dufay, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 399; *Thèse*, Paris, 1928, p. 126.

(2) J. Dufay, *Thèse*, Paris, 1928, p. 159.

3° J. CHALLÉAT. *Histoire technique de l'artillerie de terre en France pendant un siècle* (1816-1919). *Tome second* (1880-1910).

4° *Uova, sviluppo embrionale, stadi larvali, post-larvali e giovanili di Sternoptychidae e Stomiatidae*, par LUIGI SANZO. *Sternoptychidae*. 3. — *Maurolicus Pennanti* (Walb.).

GÉOMÉTRIE. — *Sur les conditions de covariance de la sphère de Meusnier.* Note [1] de M. **GEORGES BOULIGAND**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Soient $\{\alpha_i\}$, $\{\varepsilon_i\}$ deux suites évanescentes, respectivement formées de vecteurs, de scalaires positifs. Étant donné deux vecteurs fixes non colinéaires **t**, **p**, on démontre que la suite d'égalités géométriques

$$\text{(1)} \qquad \mathbf{mm}_i = \varepsilon_i \mathbf{t} + \frac{\varepsilon_i^2}{2}(\mathbf{p} + \alpha_i)$$

caractérise une suite $\{m_i\}$ de points ayant en m une seule demi-tangente mt orientée suivant **t**, et un seul cercle osculateur γ indifférent au changement de **p** en $\mathbf{p} + \lambda\mathbf{t}$, le scalaire λ étant indéterminé. Dans le demi-plan de γ limité à sa tangente en m, prenons la longueur de **t** pour unité et soit **n** le vecteur unitaire de la normale menée de m vers le centre de γ : la projection orthogonale de **p** sur cet axe est l'inverse du rayon de γ.

2. Pour m, **t** fixes, assignons à **p** un rôle paramétrique. Si l'extrémité p du vecteur d'origine m et de grandeur géométrique **p** varie dans un plan ϖ parallèle à **t**, le centre de γ décrit l'inverse (pôle m, puissance 1) de l'intersection de ϖ avec le plan normal en m à mt.

3. Soit $M = \mathcal{T}(m)$ une transformation du groupe de la topologie restreinte du second ordre [2]. Si m subit un mouvement de vitesse **v** et d'accélération **j**, alors M aura la vitesse $\mathcal{L}(\mathbf{v})$, où $\mathcal{L}$ est l'opérateur de la transformation linéaire tangente, et l'accélération $\mathbf{J} = \mathcal{L}(\mathbf{j}) + \mathcal{Q}(\mathbf{v})$, où $\mathcal{Q}$ est un opérateur homogène quadratique, menant d'un vecteur à un autre.

Si le point m' tend vers m, on a

$$\mathbf{MM}' = \mathcal{L}(\mathbf{mm}') + \frac{1}{2}\mathcal{Q}(\mathbf{mm}') + \overline{mm'}^2 \eta,$$

---

[1] Séance du 14 octobre 1935.

[2] G. BOULIGAND, *Bull. Soc. Math.*, 60, 1932, p. 228-241.

où η est un vecteur infiniment petit. On passe donc de (1) à la relation

$$\mathbf{MM}_i = \varepsilon_i \mathcal{L}(\mathbf{t}) + \frac{\varepsilon_i^2}{2}[\mathcal{L}(\mathbf{p}) + \mathcal{Q}(\mathbf{t}) + \beta_i],$$

les β_i tendant vers zéro. D'où la covariance d'un cercle osculateur et, par suite, du contingent circulaire, quand p décrit un plan ϖ parallèle à $\mathbf{t}$, le point P tel que $\mathbf{MP} = \mathcal{L}(\mathbf{p}) + \mathcal{Q}(\mathbf{t})$ décrit un plan Π parallèle à $\mathcal{L}(\mathbf{t})$. Dès lors, s'il y a une sphère σ portant le contigent circulaire, relatif à m, mt, d'un ensemble ponctuel e, il y aura aussi (n° 2), une sphère Σ portant le contingent circulaire de l'ensemble E transformé, cela pour le point M et la demi-tangente $\mathcal{L}(\mathbf{t})$. *L'unicité de la sphère de Meusnier est donc covariante en topologie restreinte du second ordre* (ce qui exclut automatiquement toute propriété de covariance pour le contingent planaire).

4. J'ai donné en 1932 la condition suivante, assurant l'unicité de la sphère de Meusnier : c'est qu'il passe en m une perpendiculaire Z à mt, telle que le demi-plan Z, t contienne *une seule position limite* (avec rayon non nul) pour un demi-cercle C_m passant par m et un point de e tendant vers m, tandis que son diamètre mm_1 est porté par Z (1). On ne peut dire, au moins d'une manière immédiate, si cette forme de condition est covariante. En tout cas, on retrouve cette covariance dans cette autre condition suffisante : en prenant par exemple m pour origine, l'ensemble e est compris entre deux surfaces $z = f_1(x, y)$ et $z = f_2(x, y)$ (avec $f_2 > f_1$) lesquelles ont pour (m, mt) une seule et même sphère de Meusnier (2). Le paratingent de e en m peut, en respectant cette condition, être modifié *ad libitum*.

5. M. Beniamino Segre a récemment critiqué la condition rappelée au début du n° 4 (3). L'énoncé et le raisonnement sont cependant corrects. L'exposé gagnerait seulement à expliciter que seules, les suites de points de e admettant la demi-tangente mt peuvent fournir des cercles non nuls au contingent circulaire; pour ces suites, si mt est la seule demi-tangente, les demi-plans des C_m tendent nécessairement vers le demi-plan Z, t. Toute objection est alors écartée.

L'unicité de position limite pour les C_m dans (Z, t) n'est pas réalisée

---

(1) G. Bouligand, *Journ. de Math.*, 9e série, 11, 1932, p. 385-387.

(2) G. Bouligand, *Bull. Soc. Math.*, 62, 1934 (comptes rendus des séances), p. 32-34.

(3) B. Segre, *R. Acc. d'Italia*, 6, 1935, p. 1220. En revanche, à la page 1209 de ce Mémoire, l'auteur modifie d'une manière opportune la définition du contingent planaire.

dans les exemples que M. B. Segre présente au n° 9 de son travail. Ces exemples n'infirment donc pas mon théorème de 1932.

Observations sur la Note précédente, par M. **Élie Cartan**.

On peut montrer de la manière suivante la covariance en topologie restreinte du second ordre de la condition suffisante donnée par M. Bouligand en 1932 pour l'unicité de la sphère de Meusnier et rappelée au n° 4 de la Note précédente. Considérons un ensemble ponctuel rapporté à trois axes de coordonnées rectangulaires $Oxyz$, O étant point d'accumulation de l'ensemble, Ox une demi-tangente en O. La condition de M. Bouligand revient à supposer que si pour différentes suites de points de l'ensemble tendant vers O, les trois quantités y/x, z/x, $z/x^2+y^2+z^2$ tendent les deux premières vers zéro et la troisième vers une continuité finie l, cette dernière limite est unique. Il revient évidemment au même de substituer à la quantité $z/x^2+y^2+z^2$ la quantité z/x^2, et alors l'énoncé ne fait plus intervenir la propriété des axes d'être rectangulaires.

Cela posé, effectuons une transformation ($x \to X, y \to Y, z \to Z$) de la topologie restreinte du second ordre. Nous pouvons supposer que l'origine O est conservée, que la droite Ox est transformée en une ligne admettant OX pour tangente et que le plan $z=0$ est transformé en une surface admettant $Z=0$ pour plan tangent. Toute suite de points de l'ensemble pour laquelle y/x et z/x tendent vers zéro est transformée en une suite de points pour laquelle Y/X et Z/X tendent vers zéro ; on a de plus

$$\frac{Z}{X^2}=\frac{hz+R(x, y, z)}{[ax+by+cz+P(x, y, z)]^2},$$

où h, a, b, c sont des constantes, P et R des polynomes du second degré dont les coefficients tendent vers des limites déterminées lorsque x, y, z tendent vers zéro. Si α est la limite du coefficient de x^2 dans R, on voit que y/x et z/x tendent vers zéro et z/x^2 tendent vers l, la quantité Z/X^2 tend vers la limite $(hl+\alpha)/\alpha^2$. Ou bien donc l'ensemble donné et l'ensemble transformé satisfont simultanément à la condition de M. Bouligand, ou bien aucun d'eux n'y satisfait. C. Q. F. D.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines fonctions continues et les propriétés de leurs séries de Fourier.* Note de M. **Raphaël Salem**, présentée par M. Jacques Hadamard.

I. Je m'appuierai sur le théorème suivant [1] : *Soit $\Omega(u)$ une fonction positive, décroissante, de u positif, tendant vers zéro pour u infini. Si $f(x)$ continue, de période 2π, est susceptible d'être approchée par un polynome trigonométrique d'ordre n quelconque avec une approximation inférieure à $\Omega(n)$, alors $f(x)$ admet le module de continuité*

$$\omega(\delta) < \mathrm{A}\,\delta \int_0^{\frac{1}{\delta}} \Omega(u)\,du, \tag{1}$$

A *étant une constante indépendante de* δ. La démonstration est immédiate en écrivant $f(x)$ sous forme de série uniformément convergente de polynomes P_s d'ordre au plus égal à s et en groupant ensemble les termes d'ordres compris entre $2^h + 1$ et 2^{h+1}. *Comme cas particulier, s'il existe un α inférieur à 1 tel que $u^\alpha\Omega(u)$ soit croissante, alors $\omega(\delta)$ est inférieure à $\mathrm{C}\,\Omega(1/\delta)$, C étant une constante indépendante de δ.*

II. Nous avons considéré [2] des séries du type

$$g(x) + ih(x) = \sum_1^\infty r(n)\,e^{i\varphi(n)+inx}, \tag{2}$$

et montré qu'aussi lente que soit la convergence de $\Sigma r^2(n)$, si la décroissance des $r(n)$ satisfait à certaines conditions de régularité, on peut choisir les $\varphi(n)$ de façon que la série converge uniformément; de plus, l'ordre d'approximation donné par la série est $\left(\int_n^\infty r^2(u)\,du\right)^{\frac{1}{2}}$; il est donc le meilleur possible. Le module de continuité de g ou h se limite par (1); si nous supposons la convergence de $\Sigma r^2(n)$ assez lente pour que $n^\beta r^2(n)$

---

[1] M. de La Vallée Poussin, dans le Chapitre IV de ses *Leçons sur l'approximation des fonctions d'une variable réelle* (Paris, 1919) a démontré un théorème très voisin; mais, recherchant les conditions d'existence des dérivées de f, il a dû supposer la convergence de l'intégrale $\int^\infty \frac{\Omega(u)}{u}\,du$, hypothèse dont nous nous affranchissons.

[2] *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 470.

croisse, avec β inférieur à 3, nous obtenons facilement

$$(3) \qquad \omega(\delta) < K \left(\int_{\frac{1}{\delta}}^{\infty} r^2(u)\, du \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Dans ce cas, on peut même affirmer que $\omega(\delta)$ est précisément de l'ordre du second membre de (3). Cela résulte de ce que pour toute fonction continue dont la série de Fourier est $\Sigma \rho_n \cos(nx - \alpha_n)$, dont la meilleure approximation d'ordre n est E_n, et le module de continuité $\omega(\delta)$, on a

$$(4) \qquad E_n^2 \geqq \frac{1}{2} \sum_{n+1}^{\infty} \rho_p^2, \qquad E_n < 6\omega\left(\frac{1}{n}\right), \qquad \omega^2\left(\frac{1}{n}\right) > \frac{1}{72} \sum_{n+1}^{\infty} \rho_p^2.$$

III. 1° Soit $\Sigma \rho_n \cos(nx - \alpha_n)$ la série de Fourier d'une fonction continue dont le module de continuité est $\omega(\delta)$. Soit $F(u)$ une fonction positive, croissante et concave, de u positif, s'annulant avec u. *Si la série* $\Sigma F[1/n\omega^2(1/n)]$ *converge, la série* $\Sigma F(\rho_n^2)$ *converge aussi.* En effet l'inégalité de Jensen et l'inégalité (4) donnant

$$\frac{1}{N} \sum_{N+1}^{2N} F(\rho_n^2) < F\left(\frac{1}{N} \sum_{N+1}^{2N} \rho_n^2 \right) < 72\, F\left[\frac{1}{N} \omega^2\left(\frac{1}{N}\right) \right],$$

il suffit de faire N égal aux puissances de 2 et d'appliquer le théorème de Cauchy.

2° *S'il existe des* α, β *positifs tels que* $u^{\frac{1}{3}+\alpha}/F(u)$ *décroisse, et que* $u^{1-\beta}/F(u)$ *croisse, le théorème précédent ne peut pas être amélioré* (¹); *en d'autres termes, si l'on se donne un module de continuité* $\omega_0(\delta)$ *tel seulement que la décroissance de* $\omega_0(1/n)$ *soit soumise à certaines conditions de régularité, et que la série* $\Sigma F[1/n\omega_0^2(1/n)]$ *diverge, on peut trouver une fonction continue dont le module de continuité soit inférieur à* $\omega_0(\delta)$ *et telle que,* $\Sigma \rho_n \cos(nx - \alpha_n)$ *étant sa série de Fourier, la série* $\Sigma F(\rho_n^2)$ *soit divergente.* On le démontre en formant une série du type (2) avec des $r(n)$ satisfaisant à l'équation

$$\omega_0^2\left(\frac{1}{n}\right) = K^2 \int_n^{\infty} r^2(u)\, du,$$

K étant une constante convenablement choisie.

(¹) Les hypothèses faites sur $F(u)$ se justifient si l'on remarque que : 1° si $F(u)$ se réduit à u, $\Sigma \rho_n^2$ converge quel que soit $\omega(\delta)$; 2° si $F(u)$ se réduit à $u^{\frac{1}{3}}$ la série $\Sigma \rho_n^{\frac{2}{3}}$ peut converger alors que la série $\Sigma [1/n\omega^2(1/n)]^{\frac{1}{3}}$ diverge toujours, le produit par n de son terme général ne tendant pas vers zéro.

3° En prenant pour $F(u)$ la fonction $\sqrt{u}$, on retrouve les plus récents théorèmes de M. Serge Bernstein sur la convergence absolue (¹).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème général du calcul des variations.* Note (²) de M. **Karl Menger**, présentée par M. Élie Cartan.

Soit D un domaine de l'espace euclidien à n dimensions. Nous désignons par pq la distance des points p et q. Soit

$$F(p, \vartheta) = F(x_1, \ldots, x_n; x'_1, \ldots, x'_n) = \frac{1}{k} F(x_1, \ldots, x_n; kx'_1, \ldots, kx'_n)$$
$$(\text{pour } k > 0)$$

une fonction définie pour chaque point $p = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ de D et pour chaque semi-rayon $\vartheta = (x'_1, x'_2, \ldots, x'_n)$ issu de p. Nous appelons polygone une suite ordonnée finie de points. Un polygone est dit fermé, si son premier et son dernier point sont identiques. $P = \{p_1, p_2, \ldots, p_k\}$ étant un polygone donné, nous posons

$$l(P) = \sum_{i=1}^{k-1} p_i p_{i+1}, \qquad \lambda(P) = \sum_{i=1}^{k-1} F(p_i, \vartheta_{p_i p_{i+1}}) p_i p_{i+1},$$

ϑ_{pq} désignant le semi-rayon issu de p et passant par q. Soit C une courbe continue, c'est-à-dire l'image continue d'un intervalle fermé $\alpha \leqq t \leqq \beta$. L'image (par la même représentation) d'une suite finie $\gamma_1 < \gamma_2 < \ldots < \gamma_k$ de nombres de $[\alpha, \beta]$ est appelée sous-polygone de C. Pour ce sous-polygone P nous désignons par $\nu(P)$ le plus grand des nombres $\gamma_{i+1} - \gamma_i$.

Nous supposons sur la fonction F : 1° qu'elle est *bornée sur chaque sous-ensemble borné de* D; 2° qu'elle est *continue par rapport aux points p, sauf les points d'un ensemble de mesure linéaire nulle* (³); 3° qu'on a $\lambda(P) \geqq 0$ *pour chaque polygone fermé* P *assez voisin d'un point p de discontinuité de* F; 4° qu'*en tous les points p de* D, *sauf ceux d'un ensemble de mesure*

(¹) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 397.

(²) Séance du 14 octobre 1935.

(³) L'ensemble M est dit de mesure linéaire nulle, s'il peut être couvert par une suite dénombrable de sphères dont la somme des diamètres est arbitrairement petite, et de mesure linéaire nulle dans le sens étroit si la suite de sphères peut être choisie finie.

linéaire nulle dans le sens étroit, F *est régulière*, c'est-à-dire q et r étant deux points quelconques de l'espace, on a

$$F(p, \vartheta_{pr}).pr \leqq F(p, \vartheta_{pq}).pq + F(p, \vartheta_{qr}).qr.$$

Désignons, pour chaque droite orientée ϑ passant par p, par e_ϑ le point de ϑ dont la distance à p est égale à $1/|F(p, \vartheta)|$ et qui est situé sur le semi-rayon positif ou négatif de ϑ suivant le signe de $F(p, \vartheta)$. Pour que F soit régulière au point p, il faut et il suffit, comme l'a démontré M. Alt (¹), *qu'il existe une collinéation* π *qui transforme l'ensemble* E *de tous les points* e_ϑ *en une surface convexe à* n-1 *dimensions* $\pi(E)$ *telle que* $\pi(p)$ *soit situé à l'intérieur de* $\pi(E)$ *et que* $\pi(e_\vartheta)$ *soit situé sur le semi-rayon positif de* $\pi(\vartheta)$ *par rapport à* $\pi(p)$. Sous ces hypothèses sur F, on démontre le théorème suivant :

Théorème I. — *Si* $P_1, P_2, \ldots$ *est une suite de sous-polygones de la courbe continue* C *telle qu'on ait* $\lim \nu(P_n) = 0$, *les nombres* $\lambda(P_1), \lambda(P_2), \ldots$ *convergent vers une limite finie ou vers* $+\infty$. *Cette limite est la même pour toute les suites de sous-polygones de* C. *En la désignant par* $\lambda(C)$, *la fonctionnelle* $\lambda(C)$ *est semi-continue inférieurement sur l'ensemble de toutes les courbes continues de longueur* $\leqq l$, *l étant un nombre quelconque* (²).

Or, à la base des méthodes directes du calcul des variations, on trouve (³) le théorème suivant : *Soit* L *une classe limite au sens de M. Fréchet et soient* $f(e)$ *et* $\varphi(e)$ *deux fonctions définies* (⁴) *en* L *telles que* $\varphi(e) \neq -\infty$ *et que, pour chaque nombre fini r, l'ensemble* $L(f \leqq r)$ *soit compact en soi, la fonction* $\varphi(e)$ *soit semi-continue inférieurement sur cet ensemble* $L(f \leqq r)$, *et la fonction* $f(e)$ *soit bornée sur l'ensemble* $L(\varphi \leqq r)$. *Alors* $\varphi(e)$ *atteint son minimum sur chaque sous-ensemble fermé de* L. A l'aide de ce théorème on déduit du théorème I le théorème suivant :

Théorème II. — *Soit dans un espace euclidien* D *un domaine dans lequel chaque point p est joint à chaque point suffisamment voisin par une courbe continue de longueur arbitrairement petite. Soit* F *une fonction satisfaisant aux conditions* (1), (2), (3), (4) *et telle que pour chaque r fini la longueur*

(¹) A paraître dans *Ergebnisse eines math. Kolloquiums*.

(²) Par la longueur $l(C)$ de la courbe C, nous entendons la borne supérieure des nombres $l(P)$ pour tous les sous-polygones P de C.

(³) Implicitement chez Tonelli, *Ann. Scuol. Norm. Sup. Pisa*, série II, 1, 1932, p. 96.

(⁴) Les valeurs $+\infty$ et $-\infty$ sont admises. Par $L(f \leqq r)$ nous désignons l'ensemble de tous les éléments e de L pour lesquels $f(e) \leqq r$.

$l(C)$ *soit bornée pour l'ensemble de toutes les courbes* C *pour lesquelles* $\lambda(C) \leqq r$. *Alors chaque classe complète* [1] *de courbes rectifiables* (c'est-à-dire de longueur finie) *et contenues en* D, *contient une courbe pour laquelle la fonctionnelle* $\lambda(C)$ *atteint son minimum.*

Les théorèmes d'existence connus du calcul des variations imposent des conditions bien plus restrictives à la fonction $F(x_1, \ldots, x_n, x'_1; \ldots, x'_n)$, notamment la continuité sans exception par rapport à p, l'existence des dérivées partielles par rapport aux x'_i et la régularité en tous les points sans exception, conditions qui excluent par exemple la fonction

$$F(x, y; x', y') = c\,|x' \cos\alpha + y' \sin\alpha| + d(x' \cos\alpha - y' \sin\alpha),$$

même si c, d, α sont des constantes, tandis que cette fonction satisfait à nos quatre conditions, même si c, d, α sont des fonctions presque partout continues de x et y. D'ailleurs la semi-continuité de $\lambda(C)$ n'a été démontrée en tous les détails que pour le cas $n = 2$. D'autre part, notre théorème se prête encore à une vaste généralisation concernant la nature de l'espace, permettant notamment de passer des espaces euclidiens à n dimensions à des espaces distanciés au sens de M. Fréchet, une fonction des groupes de trois points remplaçant la fonction F d'un point et d'une direction.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur les ondes capillaires permanentes.* Note [2] de M. N. A. Slioskine, présentée par M. Henri Villat.

On n'a étudié jusqu'ici les ondes capillaires permanentes pour le mouvement plan que dans l'hypothèse des ondes d'amplitude infiniment petite. En employant les méthodes de M. H. Villat on peut obtenir la solution complète de ce problème.

Soient R le rayon de courbure en un point de la surface libre et $p - p_0$ la différence des pressions de deux côtés de celle-ci; on a

$$p - p_0 = \pm \frac{\mu}{R}, \tag{1}$$

où μ est la constante capillaire.

Posons $x + iy = z$, $w = \varphi + i\psi$, $dw/dz = ce^{m}e^{-i\omega}$, $\omega = \theta + i\tau$, c étant la vitesse de propagation des ondes et m une constante convenablement

(1) Au sens de M. Tonelli, *Fondamenti del Calcolo delle variazioni*, II, p. 1.

(2) Séance du 7 octobre 1935.

choisie. En partant de l'intégrale de Bernoulli on transforme la condition (1) en

$$bc\,e^{m}e^{\tau}-\frac{a}{c}e^{-m}e^{-\tau}=\frac{d\theta}{d\varphi}, \tag{2}$$

où a et b sont des constantes. En effectuant la représentation conforme du domaine occupé par une onde sur l'anneau circulaire du plan des $u=re^{i\alpha}$ $(r_0\leqq r\leqq 1)$, on pose

$$w=\frac{c\lambda}{2\pi}i\ln u,\qquad r_0=e^{-\frac{2\pi}{c\lambda}Q},$$

les valeurs limites de la fonction de courant étant o et $-Q$, la valeur $\psi=0$ correspondant à la surface libre du liquide.

En introduisant des nombres $\nu=(\lambda bc^2/2\pi^2)e^m$, $k=a/bc^2e^{2m}$, on tire de (2)

$$\frac{d\theta}{d\alpha}=\nu\pi(k\,e^{-\tau}-e^{\tau}). \tag{3}$$

Dans l'hypothèse de l'onde symétrique par rapport à l'axe vertical, on a

$$\omega(u)=\frac{i}{\pi}\int_0^{2\pi}\theta(\varepsilon)\sum_{n=1}^{\infty}\left[\left(\frac{u}{r}\right)^n+\left(\frac{r}{u}\right)^n\right]\frac{\sin n\varepsilon}{r^n-r^{-n}}\,d\varepsilon,$$

$$\tau(\alpha)=-\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\Theta'(\varepsilon)\,\Im(\varepsilon,\alpha)\,d\varepsilon,\qquad \Im(\varepsilon,\alpha)=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1+r^{2n}}{1-r^{2n}}\,\frac{\cos n\varepsilon\cos n\alpha}{n},$$

$$e^m=\frac{1}{2\pi i}\int\frac{e^{i\omega(u)}\,du}{u}, \tag{4}$$

d'où l'on tire les équations intégrales

$$\tau(\alpha)=\nu\int_0^{2\pi}[e^{\tau(\varepsilon)}-k\,e^{-\tau(\varepsilon)}]\,\Im(\varepsilon,\alpha)\,d\varepsilon, \tag{5}$$

$$\frac{d\Theta}{d\alpha}=\pi\nu\left[k\,e^{\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\Theta'(\varepsilon)\Im(\varepsilon,\alpha)d\varepsilon}-e^{-\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\Theta'(\varepsilon)\Im(\varepsilon,\alpha)d\varepsilon}\right]. \tag{6}$$

Pour que $\Theta(\alpha)$ soit périodique il est nécessaire que

$$\int_0^{2\pi}[e^{\tau(\alpha)}-k\,e^{-\tau(\alpha)}]\,d\alpha=0. \tag{7}$$

Si les valeurs des amplitudes sont petites par rapport à λ, on tire de (7) et (6) respectivement, en négligeant les infiniment petits du second ordre,

$$k=1,\qquad \frac{d\Theta}{d\alpha}=2\nu\int_0^{2\pi}\Im(\varepsilon,\alpha)\,\Theta'(\varepsilon)\,d\varepsilon. \tag{8}$$

En partant du premier nombre caractéristique de l'équation intégrale (8), on obtient, pour la vitesse de l'onde, l'expression suivante :

$$c^2 = \frac{2\pi\mu}{\lambda s e^m} \operatorname{th} \frac{2\pi}{c\lambda} Q. \tag{9}$$

Si τ est borné en valeur absolue ($|\tau| < L$), on peut démontrer que l'équation intégrale non linéaire (5) a une solution unique de la forme

$$\tau(\alpha) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_n}{\sqrt{\pi}} \cos n\alpha, \tag{10}$$

où c_n sont définis par les équations

$$c_s = \frac{\rho}{\rho_s} \int_0^{2\pi} \left[e^{\sum_1^{\infty} \frac{c_n \cos n\alpha}{\sqrt{\pi}}} - k e^{-\sum_1^{\infty} \frac{c_n \cos n\alpha}{\sqrt{\pi}}} \right] \frac{\cos s\alpha}{\sqrt{\pi}} \, d\alpha, \qquad \rho_s = \frac{s}{\pi} \operatorname{th} \frac{2s\pi}{c\lambda} Q, \tag{11}$$

à la condition que la valeur de ρ soit inférieure au plus petit des deux nombres

$$\frac{\rho_1}{2(1+k)e^L}, \quad \frac{L}{N_1 \sqrt{2\pi}(e^L - ke^{-L})}$$

et

$$\int_0^{2\pi} \mathfrak{S}^2(\varepsilon, \alpha)\, d\varepsilon < N_1^2.$$

En ne prenant que le premier terme du développement (10), on trouve

$$\tau_1 = \frac{c_1}{\sqrt{\pi}} \cos\alpha,$$

$$c_1 = \frac{\rho}{\rho_1} \int_0^{2\pi} \left[e^{\frac{c_1 \cos\varepsilon}{\sqrt{\pi}}} - k e^{-\frac{c_1 \cos\varepsilon}{\sqrt{\pi}}} \right] \frac{\cos\varepsilon}{\sqrt{\pi}} \, d\varepsilon = \frac{2\rho}{\rho_1} \sqrt{\pi}(1+k)\, I_1\left(\frac{c_1}{\sqrt{\pi}}\right) \qquad (k=1),$$

I_1 étant défini par l'équation

$$I_1\left(\frac{c_1}{\sqrt{\pi}}\right) = i^{-1} \mathcal{J}_1\left(i \frac{c_1}{\sqrt{\pi}}\right),$$

où $\mathcal{J}_1$ est la fonction de Bessel.

Il en résulte

$$\omega(u) = \frac{c_1 i}{\sqrt{\pi}(r + r^{-1})} \left(\frac{u}{r} + \frac{r}{u}\right),$$

$$e^m = I_0\left(\frac{c_1}{\sqrt{\pi} \operatorname{ch} \frac{2\pi}{c\lambda} Q}\right), \qquad c^2 = \frac{\pi\mu}{\lambda s} \frac{\frac{c_1}{\sqrt{\pi}}}{I_1\left(\frac{c_1}{\sqrt{\pi}}\right)} \frac{\operatorname{th} \frac{2\pi}{c\lambda} Q}{I_0\left(\frac{c_1}{\sqrt{\pi}} \operatorname{ch} \frac{2\pi}{c\lambda} Q\right)}. \tag{12}$$

ASTROPHYSIQUE. — *L'âge de la voie lactée.* Note de M. **Henri Mineur**, présentée par M. Jean Perrin.

1. L'hypothèse, proposée en 1919 par M. Jean Perrin (¹), d'après laquelle la masse des étoiles se transforme progressivement en énergie rayonnante, est maintenant universellement admise. En m'appuyant sur les principes de relativité restreinte et généralisée, j'ai montré (²) que le mouvement d'une masse variable était indépendant de la variation de cette masse, et qu'en première approximation la loi de Newton était applicable aux interactions entre masses variables.

J'ai cherché les modifications que cette mécanique des masses variables peut introduire en dynamique stellaire.

2. En supposant que la loi de probabilité des masses stellaires est la même en tous les points de la voie lactée, hypothèse que l'observation vérifie, j'ai pu établir que la forme de la voie lactée ne change pas au cours du temps, que ses dimensions augmentent en raison inverse de sa masse totale, et que les vitesses stellaires varient proportionnellement à cette masse.

3. L'équipartition de l'énergie se trouvant réalisée entre les divers groupes stellaires qui composent la voie lactée, on fixait jusqu'à présent comme limite inférieure de l'âge de la voie lactée le temps de relaxation nécessaire à la réalisation de cette équipartition; ce temps était d'environ 3.10^{13} ans.

4. J'ai étudié l'influence de la variation des masses stellaires sur l'équipartition en supposant celle-ci réalisée à l'époque $t=0$.

Considérons deux groupes d'étoiles, les étoiles de chaque groupe ayant respectivement à l'époque origine les mêmes masses m_0 et m'_0, nous supposons les énergies cinétiques moyennes des deux groupes égales toutes deux à θ_0 à l'instant origine. Par suite de la variation des masses stellaires, les énergies moyennes θ_t et θ'_t des mêmes groupes à l'époque t ne seront plus égales :

$$\frac{\theta'_t - \theta_t}{\theta_0} = - 10^{-13}(m_0'^2 - m_0^2)t$$

(unité de masse : le soleil, de temps : l'année).

(¹) *Ann. de Phys.*, **2**, 1919, p. 89.

(²) *Ann. de l'École Normale sup.*, 3ᵉ série, **5**, 1933, p. 1 à 69.

On sait que les passages des étoiles aux voisinages les unes des autres ont pour résultat de rétablir l'équipartition de l'énergie. Le calcul montre que la variation $\Delta\theta$ de l'énergie cinétique d'un groupe stellaire due aux passages est donnée par

$$\frac{\Delta\theta}{\theta} = 3.10^{-14}\,t.$$

Il est facile de voir que, pour l'ensemble des étoiles de la voie lactée, l'action des passages est impuissante à rétablir l'équipartition de l'énergie détruite par la variation de masse des étoiles.

5. Si l'observation révèle que l'équipartition est réalisée à ε près pour deux groupes stellaires, on est obligé d'admettre que cette équipartition avait lieu lorsque les étoiles n'étaient pas formées et que depuis cet instant il s'est écoulé un intervalle de temps t vérifiant l'inégalité

$$t < \frac{10^{13}\varepsilon}{m'^2 - m^2} \text{ années.}$$

6. En utilisant les travaux de Seares [1], Adams [2], Strömberg [3], Gorakh Prasad [4] et Gerasimovic [5], j'ai comparé les énergies cinétiques moyennes des divers groupes d'étoiles constituant la voie lactée et j'ai conclu que :

Les étoiles de la voie lactée ne sont pas formées depuis plus de quelques dizaines de milliards d'années.

7. Ce résultat comporte comme conséquence que les masses stellaires n'ont pratiquement pas varié depuis la formation des étoiles, et supprime toute évolution stellaire de quelque importance dans le passé. L'hypothèse d'après laquelle les étoiles ont commencé par être des géantes rouges, ont suivi la série des géantes jusqu'au type B, puis la série des naines jusqu'au type M, semble à rejeter puisque cette évolution exige des temps de l'ordre de 10^{14} années.

Par contre ce résultat apporte un appui nouveau à l'hypothèse de G. Lemaitre [6], basée sur la théorie de l'expansion de l'univers.

---

(1) *Contribution du Mont Wilson*, **226**, 1922, p. 26.
(2) *Ibid.*, **210**, 1921, p. 12.
(3) *Contribution du Mont Wilson*, **293**, 1925, p. 7 et **442**, 1932, p. 11.
(4) *Monthly Notices of R. S. A.*, **85**, 1924, p. 157.
(5) *Astron. Nachr.*, **227**, 1926, p. 145.
(6) *Bull. Soc. Astron. de France*, **49**, 1935, p. 159. Lecture à la Séance publique de l'Académie de Bruxelles du 15 décembre 1934.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur les pertes brusques d'énergie subies par les électrons de grande énergie.* Note [1] de M. **Louis Leprince-Ringuet**, transmise par M. Maurice de Broglie.

1. J'ai étudié, dans les conditions expérimentales indiquées précédemment [2], les changements brusques d'énergie présentés par des trajectoires d'électrons rapides traversant un gaz ou un écran. La source de rayonnement (RaTh + Be) était filtrée par 15^{cm} de plomb. Les électrons observés dans la chambre à détente provenaient de l'action des photons sur les parois, des écrans ou le gaz de la chambre. L'analyse du rayonnement, effectué par l'étude des électrons Compton issus d'un écran de plomb de 1/10 de millimètre d'épaisseur placé dans la chambre, montre qu'il se compose surtout de photons du ThC'' ainsi que d'autres photons de plus faible énergie; il y a aussi une très faible proportion de photons d'énergie supérieure à $2,6 \times 10^6$ eV. L'intérêt de cette disposition est d'obtenir bon nombre d'électrons d'énergie voisine de 2×10^6 eV avec quelques électrons d'énergie notablement supérieure.

2. Il a été pris environ 2000 clichés stéréoscopiques, avec un champ magnétique de 1400 gauss dans la chambre. J'ai observé au sein du gaz (argon) un certain nombre de trajectoires coudées : les plus intéressantes sont celles qui montrent une différence d'énergie entre les deux branches. On peut les interpréter soit comme le résultat d'un choc nucléaire avec perte brusque d'énergie, soit comme création d'une paire d'électrons. Dans une première série d'expériences, il s'est trouvé, sur une longueur totale de 25^m de trajectoires, trois pertes brusques d'énergie de plus de $0,4 \times 10^6$ eV, et trois autres de l'ordre de $0,3 \times 10^6$ eV, ainsi que deux pertes plus faibles. Il y a sans doute un assez grand nombre de pertes d'énergie relativement faibles difficiles à observer avec certitude.

Si l'on étudie ces 8 trajectoires, on trouve que deux d'entre elles pourraient correspondre à des paires d'électrons. Pour les 6 autres, cette éventualité est impossible, il s'agit de chocs nucléaires avec émission de rayonnement non ionisant : il y a 5 trajectoires d'électrons négatifs pour une d'électron positif.

3. On peut comparer aux données théoriques les résultats de ces obser-

---

[1] Séance du 14 octobre 1935.

[2] Leprince-Ringuet, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1524.

vations; la théorie permet de calculer la probabilité pour qu'un électron d'énergie déterminée perde brusquement une certaine énergie sur un parcours de trajectoire défini. Ainsi la probabilité pour qu'un électron de $1,5 \times 10^6$ eV perde brusquement une énergie de plus de $0,25 \times 10^6$ eV dans la traversée d'un mètre d'argon est d'environ 1 pour 100; on ne devrait donc observer, en moyenne, sur 100^m de trajectoires, qu'un seul choc de ce genre. Or les résultats des expériences ci-dessus décrites donnent une probabilité très supérieure : en admettant que la chance ait favorisé l'apparition de tels phénomènes, le nombre des chocs observés est encore supérieur de dix fois aux indications théoriques.

4. Au cours d'une seconde série d'expériences, onze phénomènes analogues ont été observés dans l'argon sur 50^m de trajectoires électroniques. Deux d'entre eux pourraient être dus à l'apparition de paires; parmi les autres, six présentent des pertes brusques d'énergie de plus de $0,3.10^6$ eV. La proportion est ici un peu moins considérable que dans la série précédente, mais donne encore un résultat supérieur de huit à dix fois aux indications théoriques.

Un électron de grande énergie, perdant brusquement la presque totalité de son énergie au sein du gaz, a été observé.

5. Voici les valeurs de l'énergie initiale et de la perte d'énergie observés dans ces deux séries :

Énergie initiale														
$w.10^{-6}$ eV......	2,1	>2	2	>1,7	1,2 à 1,7	1,25	1,1	1,1	1	0,9	0,9	0,7 à 1	0,8	0,4
$\Delta w.10^{-6}$ eV......	0,9	>2	0,7	>0,4	0,5 à 1	0,25	0,1	0,25	0,9	0,6	0,15	0,5 à 0,8	0,3	0,2
Signe de l'électron.	—	?	—	+	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—

6. Un écran de plomb de $1/10^e$ de millimètre d'épaisseur a été placé dans la chambre à détente; le nombre des traversées sur lesquelles des mesures précises de pertes d'énergies ont pu être faites est de 60.

Or la perte d'énergie dans la traversée de la lame se compose d'une partie due à l'ionisation et d'une autre due aux rencontres nucléaires. La première est évaluée à $0,125.10^6$ eV pour un parcours *réel* de $1/10^e$ de millimètre dans le plomb. J'ai trouvé, dans la mesure de la perte d'énergie globale à la traversée de la lame, des valeurs parfois beaucoup plus considérables; mais on ne peut pas dire que la différence corresponde toujours à des chocs avec émission de rayonnement, car on ne connaît pas le parcours réel de l'électron dans le plomb, parcours qui peut être compliqué, malgré la faible épaisseur du métal. En admettant pour le parcours

réel le double de l'épaisseur traversée, les pertes d'énergie par choc nucléaire sont 5 à 10 fois plus nombreuses que ne le prévoit la théorie.

7. J'ai observé 50 traversées d'électrons négatifs et 10 d'électrons positifs. La plupart des électrons négatifs ont des énergies élevées, alors que l'énergie des électrons positifs ne dépasse jamais (sauf en un cas) $1,6.10^6$ volts. Or cette valeur est la limite supérieure pour les électrons positifs formés par matérialisation des photons du Th. C″. Ce résultat est favorable à l'hypothèse que ces électrons positifs sont bien formés au cours de créations de paires. Celui qui possède une énergie supérieure peut provenir d'un des photons dont le quantum est plus élevé que celui des rayons gamma du Th. C″, photons présents en faible proportion dans le rayonnement frappant la chambre.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'absorption de l'oxygène dans l'ultraviolet.* Note (1) de M. **Lévi Herman** et Mme **Renée Herman**, présentée M. Charles-par Fabry.

On sait que l'oxygène présente deux systèmes de bandes d'absorption entre 2400 et 2800 Å. Un de ces systèmes (Herzberg) est observable aisément sous faible pression et serait composé de branches simples (Q); l'autre a été observé dans l'oxygène fortement comprimé et se présente sous forme de bandes à trois composantes non résolues. Les deux systèmes, qui n'ont pas du tout l'aspect habituel des bandes connues d'autres gaz, ont été attribués : l'un, à des passages interdits de la molécule O^2, l'autre, à la molécule O^4 (gaz comprimé).

Leur indépendance n'a d'ailleurs pas été établie expérimentalement, mais seulement par le fait que les deux systèmes ne sont pas observés simultanément sous faible pression.

A l'aide du dispositif déjà utilisé par l'un de nous (2), nous avons observé simultanément les deux systèmes de bandes avec des intensités relatives qui peuvent être inversées suivant la pression du gaz.

C'est ainsi que sur les enregistrements I et II qui représentent les bandes 2554 et 2595 Å nous voyons la branche unique (Q?), résolue, dont l'intensité est prédominante pour une pression de 2,2 kg/cm², alors que, sur l'enregistrement III, correspondant à la même région mais à une pression de 9,2 kg/cm², ce sont les trois composantes de l'oxygène comprimé qui l'emportent en intensité (la forte structure correspond à la bande

(1) Séance du 7 octobre 1935.

(2) L. Herman, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 2154.

de Herzberg). Le maximum A ne correspond pas à la bande de Herzberg, il ne peut pas davantage être interprété comme correspondant au maximum d'intensité d'une raie dans une bande car il correspond plutôt à un fond continu, en outre, ce maximum ne coïncide pas avec la même raie dans différentes bandes.

Ces deux systèmes semblent donc être tout à fait indépendants. Nous avons examiné d'autre part, pour la bande 2685 Å, si la structure des maxima de l'oxygène comprimé pouvait être considérée comme représentant la branche P ou R d'une bande dont la bande de Herzberg serait la branche Q; le résultat est négatif.

L'absorption considérable due à l'épaisseur de la couche nous a permis, en outre, d'augmenter notablement le nombre des bandes de Herzberg et et de les analyser. Nous avons pu les enregistrer au microphotomètre jusqu'à 2800 Å et mesurer les têtes de bandes ainsi que les valeurs $B_0 - B'$ d'après la variation de distance des raies dans la bande au voisinage de la tête, en admettant $B_0 = 1,438$.

Nous donnons dans le tableau ci-dessous les nombres correspondants (A) comparés à ceux de Herzberg (H) :

λ......	2429	2443,0	2463,4	2489,1	2519,1	2554,6	2594,0	2637,7	2685,0	2737,6	2795,2	
H......	0,53	0,59	0,65	0,70	0,75	0,77	0,81	0,84	–	–	–	
A......	0,50	0,56	0,65	0,69	0,75	0,81	0,86	0,92	0,98	1,02 ext. rap.	1,05 ext. rap.	
N°.....	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

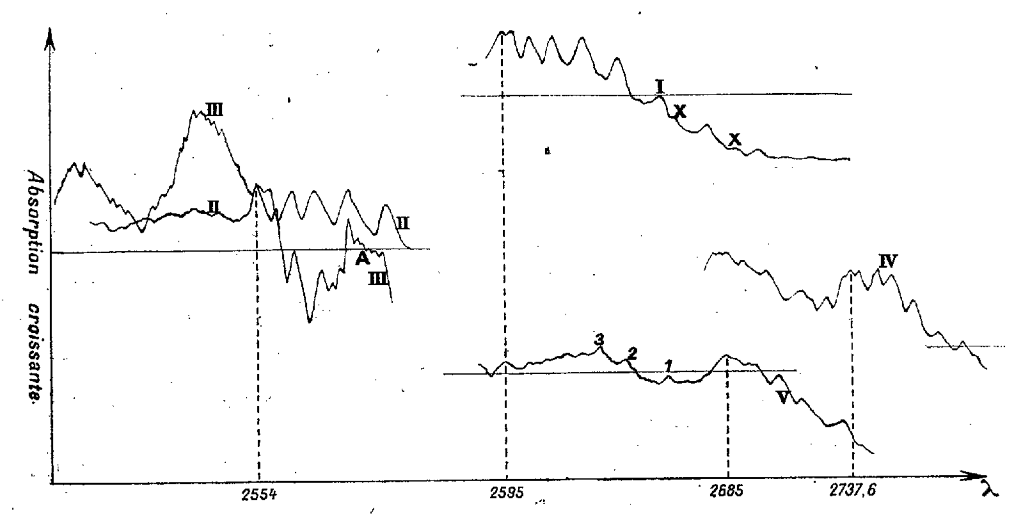
Pour 2737,6 et 2795,2 nous avons adopté les valeurs extrapolées, les mesures directes étant peu précises.

Étant donné que, pour chaque région spectrale, du moins jusqu'à 2800 Å, on peut aisément choisir une longueur et une pression convenables, de façon à donner la prépondérance soit à la bande de Herzberg, soit au contraire aux triplets du gaz comprimé, il nous semble raisonnable de supposer qu'on peut étendre les bandes de Herzberg au moins aussi loin que les triplets. Nous attribuerons donc le numéro d'ordre 0 à la bande qui se trouve le plus loin vers les grandes longueurs d'onde.

On est amené à se demander si la bande de Herzberg ne serait pas en réalité deux branches P et R dont les raies se superposeraient au voisinage de la tête.

Les triplets n'ont pas été résolus jusqu'ici; or les enregistrements obtenus semblent bien les résoudre. L'enregistrement IV correspond à 5 kg/cm² et à la région 2737 Å; la flèche indique la position approxima-

tive de la tête de bande de Herzberg dégradée vers le rouge; on remarque, vers les courtes longueurs d'onde, une structure de même ordre de grandeur qui correspond au spectre caractéristique de l'oxygène comprimé. De



même, sur l'enregistrement V (2685 Å et 7,2 kg/cm²) on voit, vers les petites longueurs d'onde, des raies marquées 1, 2, 3 qui forment nettement une bande. Si l'on pouvait résoudre ces bandes d'une manière plus précise, on aurait des renseignements intéressants sur la nature de la molécule qui provoque cette absorption.

SPECTROSCOPIE. — *Influence du champ électrique sur le spectre d'absorption du sodium.* Note de MM. **Ny Tsi-Ze** et **Weng Wen-Po**, présentée par M. Charles Fabry.

Avec le dispositif précédemment décrit ([1]), nous avons étudié l'influence du champ électrique sur le spectre d'absorption du sodium qui a été observée par E. Segré ([2]). Un tube à hydrogène, dont le régime normal est de 800 milliampères sous 3000 volts, était utilisé comme source lumineuse à spectre continu. Nous avons pu confirmer et compléter les résultats de E. Segré d'une façon quantitative.

Bien que les métaux alcalins aient des spectres d'absorption analogues,

([1]) Ny Tsi-Ze et Choong Shin-Piaw, *Journal de Physique et le Radium*, 7ᵉ série, 6, 1935, p. 147.

([2]) H. Kuhn, *Z. Physik*, B, 61, 1930, p. 805.

leurs corrections de Rydberg dans les séries homologues sont assez différentes. Les termes D, F, etc. du sodium de même nombre quantique total n sont pratiquement confondus et très voisins du terme P de nombre quantique total $n+1$. Il en résulte que le spectre du sodium peut se comporter autrement, en présence d'un champ électrique, que ceux du potassium étudié par Kuhn ([1]), par Bakker ([2]) et par Amaldi ([3]) et du rubidium et du cæsium étudiés par l'un de nous ([4]). En effet, les raies interdites de la transition S — D du sodium, observées par E. Segré dans un champ électrique, sont décomposées en des bandes par l'effet Stark; mais suivant lui, les raies de la transition interdite S — S n'apparaissent que dans le spectre de la lumière polarisée perpendiculairement au champ électrique.

Sans champ électrique, nous avons pu photographier le spectre d'absorption du sodium jusqu'au quarante-quatrième membre de la série principale avec les sept premiers membres de la série de combinaison 3S — mD. Nous observons également deux bandes d'absorption 2597,1 Å et 2545,5 Å à côté des raies principales 3S — 7P et 3S — 8P, dues aux molécules à liaison lâche du sodium, en accord avec Kuhn ([5]).

Sous un champ électrique qui a été porté jusqu'à 2800 volts/cm dans nos expériences, le nombre des raies observables de la série principale diminue à mesure que le champ augmente, et, entre deux raies successives de la série principale, apparaissent deux raies nouvelles. Ce sont des raies interdites par les principes de sélection, l'une appartenant à la transition S — D, l'autre à la transition S — S.

Les raies de la série 3S — mD, apparaissant dans un champ électrique, sont résolues par l'effet Stark en des composantes équidistantes, symétriquement placées par rapport à leurs positions calculées par une formule de Rydberg. Le nombre des composantes et leurs intervalles croissent avec le numéro d'ordre de la raie dans la série. Les intervalles des composantes sont proportionnels, d'autre part, à l'intensité du champ appliqué. A titre d'indication, la raie 3S — 13D est résolue en 11 composantes avec un intervalle de 0,22 Å pour un champ électrique de 2200 volts/cm.

([1]) E. SEGRÉ, *Rend. Lincei*, **19**, 1934, p. 595.
([2]) *Proc. Amst.*, **36**, 1933, p. 589.
([3]) *Rend. Lincei*, **19**, 1934, p. 588.
([4]) NY TSI-ZE et CHOONG SHIN-PIAW, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 2147; *Nature*, **131**, 1934, p. 1010.
([5]) *Z. Physik*, B, **79**, 1932, p. 782.

Les dernières raies principales observables empiètent sur les raies résolues de la série 3S — *m*D et éprouvent un effet Stark quadratique vers le côté des courtes longueurs d'onde. L'effet Stark quadratique des raies de la série principale est plus grand dans le spectre de la lumière polarisée parallèlement au champ électrique (composante ϖ) que dans celui de la lumière polarisée parallèlement au champ (composante σ) : c'est ce qu'on peut voir clairement sur nos clichés pour les raies 3S — 12P, 3S — 13P et 3S — 14P pour des champs électriques supérieurs à 1500 volts/cm. La raie 3S — 15P se déplace vers le violet de 0,05 Å sous un champ électrique de 2000 volts/cm dans le spectre de la composante ϖ.

Quand la vapeur de sodium est assez dense, les raies interdites de la série 3S — *m*S apparaissent aussi bien dans le spectre de la composante σ que dans celui de la composante ϖ. Elles n'apparaissent que dans le spectre de la composante ϖ, lorsque dans nos expériences la quantité de sodium utilisée a été inférieure à 10^{g} environ (le volume du tube d'absorption est de $9^{l},4$). Elles sont naturellement toujours moins intenses dans le spectre de la composante σ que dans celui de la composante ϖ.

Les premières raies de la série 3S — *m*S qui apparaissent sont moins intenses que les raies de la série 3S — *m*D voisines, elles leur deviennent égales et puis les dépassent en intensité. Après la dernière raie observable de la série principale, elles sont aussi décomposées et forment des bandes très compliquées : ceci a lieu à partir de la raie 3S — 17S pour un champ de 2000 volts/cm. Dans chaque bande, il y a une raie qui est particulièrement intense dans le spectre de la composante ϖ.

Pour les premières raies de la série 3S — *m*S, on observe un déplacement vers le côté des grandes longueurs d'onde qui semble être proportionnel à l'intensité du champ électrique. Les membres élevés de la même série montrent, par contre, un effet Stark linéaire typique vers le côté des courtes longueurs d'onde. Les raies intermédiaires se déplacent vers le rouge ou vers le violet suivant leurs numéros d'ordre dans la série et aussi l'intensité du champ électrique appliqué.

POLARIMÉTRIE. — *Construction et emploi d'un quart d'onde composé en quartz.* Note de MM. **Georges Bruhat** et **Louis Weil**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons réalisé un compensateur approximativement quart d'onde de 300 à $250^{m\mu}$ par la superposition de deux lames de quartz parallèles à l'axe et croisées, d'épaisseurs respectives 107,7 et 101^{μ},3.

Étude des réflexions multiples. — L'effet des réflexions multiples dans un tel compensateur est assez différent de celui qu'on observe avec un compensateur en mica nu : tandis que les faisceaux réfléchis par les deux faces d'une lame de mica clivée sont cohérents, les faisceaux réfléchis par les deux faces, plus ou moins parfaitement taillées, d'une lame de quartz, sont plus ou moins incohérents. Si les lames, examinées par réflexion en lumière du sodium, montrent des irrégularités d'épaisseur atteignant deux ou trois franges, les faisceaux peuvent être considérés comme complètement incohérents : dans les pointés polarimétriques, l'erreur du premier ordre, proportionnelle au pouvoir réflecteur r des surfaces et assimilable à un dichroïsme, disparaît ; mais il subsiste une erreur du second ordre, proportionnelle à r^2, qui ne s'élimine pas lorsqu'on tourne la lame de 90° ; en même temps apparaît un éclairement parasite proportionnel à cette erreur du second ordre. Si l'on incline légèrement les deux lames du compensateur composé l'une par rapport à l'autre, de façon à pouvoir éliminer par un diaphragme les faisceaux dont les deux réflexions ne se sont pas produites sur la même lame, l'erreur du second ordre est la même pour un quart d'onde composé que pour un quart d'onde simple ; la théorie montre que sa valeur relative K est toujours, pour un compensateur quart d'onde, inférieure à la quantité $K_m = 2r^2$, quantité qui, pour le quartz, est de l'ordre de 1/200e. La lumière parasite correspond, dans l'analyse d'une vibration d'ellipticité β, à une rotation de l'analyseur, à partir de l'extinction, égale à $\sqrt{K/2}\sin 2\beta$, rotation qui, pour $\beta = \pi/4$ et $K = K_m$, peut atteindre la valeur $r = 0,060 = 3°,5$ environ : un éclairement parasite de cet ordre, qui serait gênant en Polarimétrie visuelle, n'a aucun inconvénient en Polarimétrie photoélectrique ; des mesures, faites avec une lame composée demi-onde, nous ont d'ailleurs montré que l'intensité de la lumière parasite est bien donnée correctement par les formules théoriques.

Si les lames sont mieux travaillées, l'erreur du second ordre et la

lumière parasite diminuent; mais en même temps réapparaît l'erreur du premier ordre, qui est sans grande importance, puisqu'on peut l'éliminer, comme dans le cas du compensateur en mica, en répétant les mesures après une rotation de 90° du compensateur. Les deux lames de notre quart d'onde ne donnent pas une demi-frange par centimètre dans l'examen par réflexion en lumière du sodium; la lumière parasite est inférieure au quart de celle que donneraient des faisceaux entièrement incohérents, et l'erreur du second ordre est négligeable; les faisceaux réfléchis ne sont pourtant pas entièrement cohérents, car l'erreur du premier ordre ne dépasse 15/1000e pour aucune radiation, alors que les compensateurs de mica donnent couramment des valeurs de l'ordre de 50/1000e.

Influence du pouvoir rotatoire du quartz. — Les vibrations privilégiées transmises par une lame de quartz parallèle à l'axe présentent une ellipticité qui, dans l'ultraviolet, est de l'ordre de 30 minutes. Si les deux lames de quartz croisées constituant le compensateur étaient de même signe, l'azimut des vibrations privilégiées transmises par l'ensemble pourrait varier, d'une radiation à l'autre, d'une quantité de l'ordre de 40 minutes. Nous avons évité cet inconvénient en employant une lame de quartz gauche et une lame de quartz droit : les vibrations privilégiées sont alors les mêmes que pour une lame simple, et nous avons pu réaliser le réglage avec assez de précision pour que leur azimut soit le même à 1/100e de degré près pour toutes les radiations.

Mesure de l'ellipticité d'une vibration elliptique d'axes connus. — L'analyseur photoélectrique à pénombre pointant la vibration rectiligne P fournie par le polariseur, nous introduisons le compensateur composé, de biréfringence θ, et nous déterminons les deux azimuts rectangulaires de cet appareil pour lesquels l'égalité des plages est maintenue. Si nous avons maintenant une vibration elliptique ayant P pour axe, nous déterminons, pour ces deux azimuts du compensateur, les angles δ_1 et δ_2 dont il faut tourner l'analyseur pour rétablir l'égalité des plages, et nous calculons l'ellipticité β de la vibration à analyser par la relation

$$\cot 2\beta = \sin\theta \cot(\delta_1 + \delta_2).$$

Nous montrerons en détail, dans un autre Recueil, que cette façon de procéder élimine, en même temps que l'erreur du premier ordre des réflexions multiples, l'effet de l'ellipticité des vibrations privilégiées du quartz.

Pour les diverses radiations de l'arc au mercure comprises entre 3021 *et* 2537 *angströms, les erreurs de mesure sont inférieures à la minute pour les*

petites ellipticités, tandis que, pour les plus grandes, on atteint une précision relative de quelques millièmes. Les pointés photoélectriques étant plus commodes et plus rapides que les pointés visuels, l'analyse d'une vibration elliptique est, finalement, plus facile dans l'ultraviolet que dans le visible.

RAYONS X. — *Nouvelles mesures et observations relatives aux émissions* $L\alpha$ hors diagramme, *du mercure, du platine et du tungstène.* Note ([1]) de Mlle **Yvette Cauchois**, transmise par M. Jean Perrin.

Les raies de diagramme $L\alpha_1\,\alpha_2$ de nombreux éléments s'accompagnent, vers les courtes longueurs d'onde, d'une émission *hors diagramme*, relativement intense, plus ou moins complexe.

J'ai déjà étudié cette émission pour le *mercure* ([2]).

Une analyse de l'ensemble du *spectre* L *du platine* ([3]), me montre, entre autres, l'émission $PtL\alpha$ *hors diagramme* comme une bande qui s'étend, avec une intensité variable, de α_1 jusqu'à environ 1304,8 unités X; on y distingue nettement, outre une raie forte déjà connue, une raie nouvelle plus voisine de α_1.

L'absence pratiquement totale de satellites de $L\alpha$ pour les éléments dont le numéro atomique Z est compris entre 53 et 74 inclusivement, semblait certaine, à la suite de travaux récents [([4]), ([5]), ([6])]. Ce fait d'expérience a même constitué un appui pour certains essais d'interprétation théorique de ces émissions ([7]).

Cependant un examen attentif du *groupe* $L\alpha$ *du tungstène* m'a révélé l'existence d'une bande qui s'étend depuis $L\alpha_1$ jusqu'à environ 1466,6 unités X; la structure est plus imprécise que pour le platine; mais il y apparaît deux raies d'intensités relatives non négligeables. L'accroissement immodéré du temps de pose brouille l'émission, surtout pour des dispersions trop faibles, par suite de l'intensité du fond continu et de la

---

([1]) Séance du 7 octobre 1935.
([2]) Y. Cauchois, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1194 et 1314.
([3]) Y. Cauchois, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 598.
([4]) F. K. Richtmyer, R. D. Richtmyer, *Phys. Rev.*, 34, 1929, p. 574.
([5]) F. K. Richtmyer, S. Kaufmam, *Phys. Rev.*, 44, 1933, p. 605.
([6]) H. Claësson, *Zeits. f. Phys.*, 83, 1933, p. 231.
([7]) D. Coster, R. de L. Kronig, *Physica*, 2, 1935, p. 13.

surexposition de $L\alpha_1$, ce qui explique peut-être qu'elle soit jusqu'ici passée inaperçue.

Le comportement de $(\Delta\nu/R)^{1/2}$, relatif à $L\alpha_1$, avec Z croissant, pour les satellites α, d'après Richtmyer et ses collaborateurs [*loc. cit.* p. 721, (4) et (5)], suggère l'identification des raies mesurées ici et de celles déjà publiées pour le mercure [*loc. cit.* p. 721, (2)], rapportées dans le Tableau. Les composantes les plus courtes seraient les raies α^x (notation de Richtmyer), bien connues pour d'autres éléments *dont le numéro atomique est supérieur à* 74; les plus longues seraient pour le mercure α^{ix}, pour le tungstène et le platine $L\alpha'$, qui n'a jusqu'ici été observée que pour les *éléments légers*. Il faudrait sans doute rechercher $L\alpha'$ dans la zone intermédiaire de $Z = 53$ à 74.

TABLEAU.

Satellites $L\alpha$ *pour les éléments* W (74), Pt (78) *et* Hg (80).

Élément.	λ U.X.	ν/R.	Δν/R à α_1.	$(\Delta\nu/R)^{1/2}$.	Identification. Notation d'après : (2).	(4) et (5).
W (74).........	1470,58	619,67	1,17	1,08		α'
»	1467,25	621,07	2,57	1,60	α''_1	α^x
Pt (78).........	1307,90(*)	696,74	1,29	1,13		α'
»	1305,23	698,17	2,72	1,65	α''_1	α^x
Hg (80).........	1235,37	737,65	1,95	1,39	α'_1	α^{ix}
»	1233,56	738,73	3,03	1,74	α''_1	α^x

(*) D'après (4), 1305, 13.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur quelques radioéléments produits par les neutrons.* Note de MM. **Pierre Preiswerk** et **Hans von Halban** jun., présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons irradié le thallium (Tl métallique et nitrate de Tl, très purs, analysés) par les neutrons d'une source de 800 millicuries Radon + Be. En plus de l'émission de période 97 minutes, signalée par J. C. Mac Lennan, L. G. Grimmet et J. Read (1), nous avons observé une activité de faible

(1) *Nature*, 135, 1935, p. 50.

intensité de période $4 \pm 0,5$ minutes. Les essais chimiques montrent que le corps actif de courte période ne précipite pas avec Au par H^2S en milieu acide, ni avec Hg et Pb dans les mêmes conditions. L'intensité de l'émission de longue période était trop faible pour permettre une analyse chimique. Mais, comme d'autre part les quantités formées des deux corps sont augmentées lorsque les neutrons sont ralentis par la paraffine, il est très vraisemblable que les corps produits sont isotopes du thallium, formés par capture d'un neutron, l'un à partir du ${}^{203}_{81}\mathrm{Tl}$ et l'autre à partir du ${}^{205}_{81}\mathrm{Tl}$:

$$ {}^{203}_{81}\mathrm{Tl} + {}^{1}_{0}n = {}^{204}_{81}\mathrm{Tl}; \qquad {}^{204}_{81}\mathrm{Tl} \xrightarrow[97\ \text{min.}]{\beta} {}^{204}_{82}\mathrm{Pb} $$

$$ {}^{205}_{81}\mathrm{Tl} + {}^{1}_{0}n = {}^{206}_{81}\mathrm{Tl}; \qquad {}^{206}_{81}\mathrm{Tl} \xrightarrow[4\ \text{min.}]{\beta} {}^{206}_{82}\mathrm{Pb} $$

L'attribution de la plus courte période à l'élément le plus lourd n'est pas certaine. Des isotopes stables ou instables du Tl de masse comprise entre 203 et 210, seul l'isotope 209, qui appartiendrait à la famille radioactive $4n + 1$, n'est pas encore connu.

Pour le bismuth irradié par les neutrons d'une source γ(200 millicuries Ra) + Be L. Sosnowski (¹) a signalé une période de 1 heure et il en a conclu la formation d'un isomère de RaE. Nous avons repris cette expérience en irradiant Bi pendant plusieurs jours avec une source de 1200 à 800 millicuries Rn + Be et une source de 300 millicuries Rn + B entourée de paraffine. Nous n'avons trouvé aucune activité. La même expérience, faite par M. Haissinsky (²) à l'Institut du Radium, avec une source de neutrons produits par les rayons γ (200^{mg} Ra + Be + paraffine), a également donné un résultat négatif.

Après une irradiation (pendant 8 jours) du phosphore par les neutrons d'une source de Rn + Be, entourée de paraffine, nous avons trouvé dans le P irradié en plus des périodes de 3 minutes et 145 minutes une activité de période de $15 \pm 1,5$ jours. Cette période doit être attribuée au $\mathrm{Rd}^{32}\mathrm{P}$ formé par capture d'un neutron ; on connaît donc aujourd'hui quatre modes

---

(¹) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1027.
(²) Non publié.

de formation de cet élément :

$$^{35}_{17}\mathrm{Cl} + ^{1}_{0}n = ^{32}_{15}\mathrm{P} + ^{4}_{2}\mathrm{He}\ (^1) \qquad ^{32}_{16}\mathrm{S} + ^{1}_{0}n = ^{32}_{15}\mathrm{P} + ^{1}_{1}\mathrm{H}\ (^1)$$

$$^{31}_{15}\mathrm{P} + ^{1}_{0}n = ^{32}_{15}\mathrm{P} \qquad ^{29}_{14}\mathrm{Si} + \underset{2\mathrm{ThB+C}}{\overset{4}{\alpha}} = ^{32}_{15}\mathrm{P} + ^{1}_{1}\mathrm{H}\ (^2)$$

PHYSICOCHIMIE. — *L'effet Raman dans les oléums sulfuriques.* Note de M. **Jean Chédin**, présentée par M. Charles Fabry.

Nous avons obtenu les spectres Raman d'une série d'oléums compris entre l'acide sulfurique 100 pour 100 et l'oléum à 70 pour 100 de SO^3. La pureté des produits étudiés est très importante car les oléums contenant des traces d'impuretés donnent lieu à l'émission d'un fond continu qui masque entièrement le phénomène Raman. SO^3 est préparé à partir d'oléum commercial que l'on distille lentement dans de l'acide sulfurique bien purifié. Ce premier oléum peu coloré est lui-même redistillé, et SO^3 directement condensé dans un flacon entouré de glace. Les cristaux de SO^3 sont ensuite dissous dans de l'acide sulfurique distillé très pur. On obtient ainsi un oléum parfaitement limpide contenant jusqu'à 70 pour 100 de SO^3.

Ces oléums donnaient lieu à l'émission d'un fond continu très faible, nullement gênant pour le repérage des raies; chaque spectre était obtenu en 1 heure, avec une fente de $0^{mm},1$ la lumière du mercure étant filtrée par une solution de nitrite de soude, qui ne laisse passer que le triplet bleu du mercure et les raies de plus grande longueur d'onde.

Les mesures sont rassemblées ci-dessous :

Oléum à 68 pour 100 de SO^3 : 245 (f), 298 (tf), 330 (m), 484 (f), 536 (m), 688 (f), 737 (m), 957 (m), 1075 (F), 1252 (F), 1450 (m).

Oléum à 51 pour 100 de SO^3 : 245 (tf), 295 (tf), 330 (m), 480 (f), 535 (f), 740 (aF), 960 (f), 1075 (f), 1252 (aF), 1450 (m).

Oléum à 36,5 pour 100 de SO^3 : 300 (tf), 325 (m), [480, 522, 565 (tf)], 735 (m), 904 (f), 957, 1160 (m), 1250 (aF), 1440 (f).

Oléum à 23 pour 100 de SO^3 : 305, 327, 390, 427, 565, 740, 915, 975, 1160, 1240, 1420.

---

(1) E. Fermi, etc., *Proc. Roy. Soc. London*, A, **146**, 1934, p. 483; J. Ambrosen, *Zeits. f. Physik*, **91**, 1934, p. 43.

(2) Fahlenbrach, *Naturwissenschaften*, **23**, 1935, p. 288.

Oléum à 10 pour 100 de SO^3 : 315, 385, 427, 565, 735, 915, 970, 1140, 1393.

SO^4H^2 à 100 pour 100 : 390, 435, 560, 917, 972, 1140, 1360.

Les abréviations tf, f, m, aF, F, TF, mises entre parenthèses, sont relatives à l'intensité des raies et signifient : très faible, faible, moyenne, assez forte, forte, très forte.

On voit que les spectres d'oléums à forte teneur en SO^3 n'ont aucune raie commune avec celui de SO^4H^2 (100 pour 100); dans ces oléums SO^4H^2 est donc entièrement combiné avec SO^3. Le plus naturel est de supposer la formation de $S^2O^7H^2$. Cette supposition est justifiée par l'examen des spectres. $S^2O^7H^2$ ou SO^4H^2, SO^3 renferme 45 pour 100 de SO^3 libre. Or, dans le spectre de l'oléum à 37 pour 100, les raies les plus fortes de SO^4H^2 sont encore présentes; elles ont au contraire disparu dans celui de l'oléum à 51 pour 100. Dans le spectre de ce dernier, apparaissent des raies que ne donnaient pas les oléums de titres inférieurs. Ces raies sont attribuables au SO^3 en excès non combiné à SO^4H^2. Elles sont d'ailleurs beaucoup plus fortes dans le spectre d'oléum à 68 pour 100.

En définitive, nous faisons les attributions suivantes :

$S^2O^7H^2$: 300 (f), 327 (aF), 480 (f), 735 (m), 960 (f), 1250 (aF).

SO^3 : 239 (f), 535 (aF), 688 (f), 1075 (F).

SO^3 liquide a été étudié par Bhagavantam; son spectre Raman se compose des fréquences : 290, 370, 535, 666, 697, 1271, 1068, 1403, 1489 cm^{-1}.

Nos fréquences 535, 688 et 1075 attribuées à SO^3 sont en bon accord avec les précédentes; toutefois Bhagavantam n'indique pas de raie à 239 cm^{-1}.

Les bandes qui terminent le spectre vers les grandes longueurs d'onde sont plus difficiles à interpréter. La bande 1250 cm^{-1} (oléum 68 pour 100) semble présenter par dilution, un dédoublement. Il n'en est rien, cette bande est simple dans les oléums supérieurs à 45 pour 100. Dans l'oléum à 37 pour 100, une deuxième composante apparaît vers 1150; cette seconde composante devient plus intense, quand le titre baisse, et finit par subsister seule dans le spectre de SO^4H^2, 100 pour 100.

La bande 1250 cm^{-1} est donc attribuable à $S^2O^7H^2$, et la composante apparente 1150 cm^{-1} à la molécule SO^4H^2 dont la proportion va en croissant avec la dilution.

La bande 1450 cm^{-1} dans le spectre d'oléum à 68 pour 100, présente un déplacement important avec la dilution. De plus, elle ne semble pas simple. Il est probable que cette bande présente dans le cas des oléums à 68 pour 100 et 51 pour 100 les raies 1403 et 1489 cm^{-1} de SO^3 (moyenne : 1446, valeur

que nous trouvons précisément). Par dilution ces raies s'estompent, et il ne subsiste plus dans l'oléum à 10 pour 100 et dans l'acide sulfurique, que la bande faible de SO^4H^2 qui se trouve à 1360 cm^{-1}.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination directe des concentrations de la vapeur de zinc dans la réduction thermique de l'oxyde de zinc.* Note [1] de MM. **Octave Dony-Hénault** et **Claude Decroly**, présentée par M. Léon Guillet.

Les procédés de production thermique du zinc ont subi récemment une importante évolution stimulée par les développements de la métallurgie électrolytique.

D'autre part la littérature scientifique relative à la réduction thermique de l'oxyde de zinc s'est enrichie de travaux théoriques et expérimentaux relatifs aux équilibres réactionnels qui interviennent dans cette réduction (Bodenstein, Greulich, Theis, etc.); en particulier, les nombreuses données thermodynamiques de Maier [2] concernent notamment la concentration en vapeur de zinc que peuvent engendrer à température uniforme ces équilibres.

Mais aucune vérification expérimentale directe de ces concentrations calculées n'a été faite, à notre connaissance, malgré l'intérêt qu'elle présente.

D'ailleurs, les données théoriques obtenues en raisonnant sur des systèmes à température rigoureusement uniforme ne peuvent s'appliquer aux appareils industriels où règnent des températures variables dans leurs diverses régions. C'est pourquoi nous avons cherché à établir une méthode directe de détermination.

Le principe simple de la méthode est le suivant : un appareil étanche A où s'accomplit la réduction de l'oxyde de zinc et où règne, par conséquent, une pression de vapeur de zinc, peut être mis en communication avec un ballon B de capacité connue dans lequel on peut faire le vide. A et B peuvent être portés à la même température, ainsi que le conduit de jonction; cette condition étant réalisée, on met en communication brusquement B et A; dès que l'équilibre de pression est établi, on referme la communication entre A et B. On peut ainsi déterminer, après refroidis-

(1) Séance du 14 octobre 1935.

(2) C. G. Maier, *Bulletin Bureau of Mines*, n° 394, 1930.

sement rapide de B, le poids de zinc qui existait dans le volume B de vapeur.

Nous avons cherché à appliquer ce principe à deux fours jumelés à réduction de blende mis en œuvre dans de récentes études. Leur structure nous a contraints à modifier quelque peu le principe qui vient d'être énoncé. Ni le récipient B ni le conduit de jonction, en effet, ne peuvent être portés à la même température que A. B est maintenu, durant la période d'évacuation, à température ambiante, et durant le remplissage, un peu au-dessus de la température ambiante. C'est un récipient de verre conique dit « d'Erlenmeyer » dont la paroi robuste peut supporter le vide. Nous avons employé, selon les essais, un ballon de 4100^{cm^3} et l'autre de 2610^{cm^3}. Le canal de jonction était constitué par un tube de faible longueur en caoutchouc que l'on raccordait d'une part à une tétine à gaz du four, et d'autre part au ballon B, en introduisant dans la jonction souple un petit appareil de verre formant soupape pour le vide et facile à briser au moment voulu.

On se sert pour évaluer la concentration cherchée de la formule

$$C_{Cz} = \frac{\frac{p}{65,4} \times 22,4 \times \frac{T'}{273}}{V + \frac{p}{65,4} \times 22,4 \times \frac{T'}{273}},$$

p, poids de zinc recueilli; T', température des gaz dans le ballon; V, volume du ballon.

Nous extrayons de la série de nos déterminations quelques chiffres, à titre d'exemple :

Température (° C.). Charge I.	Four II.	Débit horaire de circulation (litres).	Volume du flacon mesureur + tube (cm³).	Poids du zinc (gr.). Flacon.	Tube.	Total.	Volume de zinc dans les gaz (°/₀).	
980	1125	950	4150	2,790	–	2,790	19,80	(1)
920	1035	900	2610	1,670	0,031	1,701	19,4	(1)
1062	988	900	4100	0,435	0,004	0,439	3,80	(2)
925	1035	900	2610	0,227	0,022	0,249	3,40	(2)
1075	1000	900	2610	0,236	0,024	0,260	3,50	(2)

L'examen critique de nos résultats, qui sera fait ailleurs, montre que la méthode donne des résultats suffisamment approchés.

(1) Teneur en vapeur au-dessus du creuset.

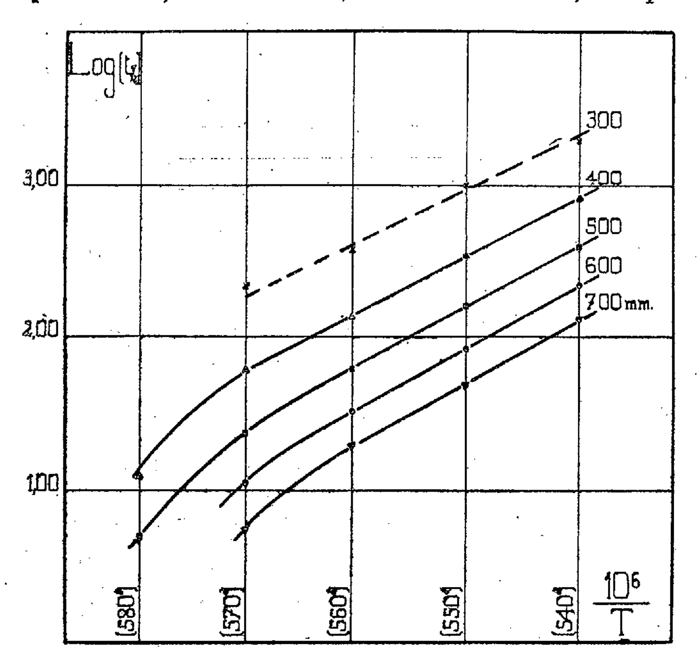
(2) Teneur en vapeur dans le condenseur.

La méthode pourra être perfectionnée et appliquée aussi à des appareils de laboratoire en réduisant fortement le volume de l'ampoule de succion et en opérant la détermination du zinc par microanalyse.

Telle qu'elle a été pratiquée par nous, elle pourra rendre particulièrement service dans l'étude des procédés de réduction à circulation gazeuse rapide qui ont fait leur entrée dans la pratique.

CINÉTIQUE CHIMIQUE. — *Sur le mécanisme de la réaction en chaîne du mélange oxhydrique.* Note [1] de M. **Marcel Prettre.**

Il a été indiqué [2] que la vitesse de la réaction en chaîne des mélanges d'hydrogène et d'oxygène contenus dans des récipients de verre enduit de chlorure de potassium, satisfait à la loi d'Arrhenius, ce que montre la



figure, dont les courbes représentent les variations du logarithme du temps de demi-réaction en fonction de l'inverse de la température absolue, pour diverses pressions du mélange $2H^2 + O^2$.

(1) Séance du 14 octobre 1935.

(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1321.

Une évaluation plus précise de l'influence de la température est obtenue par la mesure des vitesses moyennes de la réaction durant l'intervalle de temps qui s'écoule entre les instants où sont consommés 10 et 20 pour 100 du mélange initial. Ces mesures indiquent que la vitesse est exprimée à toutes les pressions examinées par la loi :

$$-\frac{dp}{dt}=ke^{\frac{95.000}{RT}},$$

sauf aux températures très voisines de celles où les gaz s'enflamment. Cette valeur de l'énergie d'activation est fournie par les mesures à ± 6,000 calories près.

Haber [1] a proposé de représenter le mécanisme de cette oxydation en chaîne par les réactions suivantes :

a. Départ des chaînes :

(1) $$H^2+O^2=2\,OH;$$

b. Propagation des chaînes :

(2) $$OH+H^2=H^2O+H,$$

(3) $$H+O^2+H^2=H^2O+OH;$$

c. Rupture des chaînes :

H ou OH + parois.

Si l'on admet que la réaction (1) est bimoléculaire et implique une énergie d'activation E_1, le nombre n_0 de radicaux OH formés par unité de temps sera

$$n_0=k_1(H^2)(O^2)\,e^{\frac{E_1}{RT}},$$

(H^2) et (O^2) étant les pressions partielles d'hydrogène et d'oxygène. La longueur moyenne de la chaîne de Haber est, d'après Bursian et Sorokin [2]

$$\nu=k_2\frac{p^2}{\lambda_0^2}\,\frac{1}{q_{OH}+q_H},$$

k_2 est un facteur qui dépend des dimensions du récipient, p est la pression des gaz, λ_0 le parcours libre des centres H et OH, supposé égal, sous la pression unité, q_{OH} et q_H les inverses des probabilités des réactions (2)

(1) *Zeits. phys. Chem.*, **137**, 1928, p. 337; *Zeits. Elektrochemie*, **36**, 1930, p. 711.
(2) *Zeits. phys. Chem.*, **12 B**, 1931, p. 247.

et (3). L'étude de la réaction photosensibilisée du mélange oxhydrique a montré que q_{OH} est très supérieur à q_H, qui peut donc être négligé. D'autre part, comme

$$\frac{1}{q_{OH}} = \frac{(H^2)}{p} e^{-\frac{E_2}{RT}},$$

où E_2 est l'énergie d'activation de la réaction (2), il en résulte que

$$\nu = 2 k_2 \frac{p(H^2)}{\lambda_0^2} e^{-\frac{E_2}{RT}}.$$

La vitesse de diminution de pression du mélange réagissant est proportionnelle au produit du nombre n_0 de centres initiateurs par la longueur moyenne ν des chaînes. Donc

$$-\frac{dp}{dt} = n_0.\nu.10^{-17} = k'(H^2)^2(O^2)p.e^{-\frac{[E_1+E_2]}{RT}} = k''p^4.e^{-\frac{[E_1+E_2]}{RT}}.$$

L'expérience a confirmé qualitativement cette expression et par conséquent le schéma de Haber. La vitesse de réaction dans le verre enduit de chlorure alcalin, obéit en effet à la loi d'Arrhenius, elle est sensiblement proportionnelle à $(H^2)^2$, à (O^2) ainsi qu'à p^4 (ordre apparent voisin de 4) [cf. Prettre (1)]. Le calcul de $E_1 + E_2$ à l'aide des mesures expérimentales de vitesse et des évaluations habituelles de k_1, k_2 et λ_0, fournit la valeur de de 86500^{cal} environ. L'écart entre ce résultat du calcul et la valeur moyenne de l'énergie d'activation déduite directement des mesures de vitesse peut être attribué aux erreurs expérimentales difficilement évitables. Il est donc permis de voir dans cette concordance relative une confirmation presque quantitative du schéma de Haber.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'un acide octohydrophénanthrène-méthylcarbonique et du 4-méthyl-phénanthrène.* Note de MM. **Georges Darzens** et **André Lévy**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons montré (2) que l'α-chlorméthyl-naphtalène permettait d'accéder par la condensation allylmalonique à la synthèse de dérivés phénanthréniques aboutissant au 1-méthyl-phénanthrène. Nous complétons aujourd'hui ce travail en prenant comme point de départ l'isomère β-chlorméthylé.

(1) *Mémorial des Poudres*, 26, 1935, p. 239.
(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2187.

Cet isomère étant toutefois difficilement accessible, nous avons utilisé son dérivé tétrahydrogéné qui se prépare par l'action du formol et de l'acide chlorhydrique sur la tétraline comme l'a montré A. Barbot [1]. Le dérivé ainsi préparé n'est pas pur, mais il contient assez peu d'isomère α pour ne pas gêner les réactions.

La condensation du β-chlorméthyl-tétrahydronaphtalène I avec l'ester malonique sodé, suivant notre technique habituelle, n'a présenté aucune difficulté et a donné l'ester tétrahydro-naphtyl-méthyl-malonique II, liquide incolore distillant à 179° sous 1^{mm},5.

L'acide malonique correspondant fond à 123°, puis se décompose par surchauffe vers 170° dans le vide pour donner l'acide tétrahydronaphtyl-propionique de même structure fondant à 127°.

L'allylation de l'ester II s'est également faite normalement pour donner l'ester allylé correspondant III, liquide incolore distillant à 189°-190° sous 2^{mm}.

—CH^2Cl → $CH(CO^2C^2H^5)^2$ | CH^2

(I). (II).

$CH^2{=}CH$—CH^2—$C(CO^2C^2H^5)^2$—CH^2 → $CH^2{=}CH$—CH^2—CH—CO^2H—CH^2

→ (III). → (IV).

CH^3— —CO^2H → CH^3— 1 2 3 4

→ (V). → (VI).

Sa saponification donne l'acide malonique correspondant, liquide incolore se décomposant vers 170-180° dans le vide pour donner l'acide

(1) A. Barbot, *Bull. Soc. chim. de France*, 4e série, 47, 1930, p. 1320.

tétrahydronaphtylallylpropionique (IV), liquide visqueux qui n'a pas cristallisé.

La cyclisation de ce nouveau dérivé de l'acide allylacétique a été réalisée en le chauffant pendant 4 jours à 50° avec trois fois son poids d'un mélange par parties égales d'acide acétique et sulfurique. Le produit a ensuite été repris par un excès d'une solution de carbonate de sodium pour dissoudre l'acide cyclisé et séparer, par épuisement de cette solution à l'éther, la lactone qui se forme simultanément. Cette lactone est un liquide visqueux incolore distillant à 187° sous 2^{mm}; quant à l'acide cyclisé V précipité de la solution alcaline, il est cristallisé et fond à 148-149°, c'est un acide octohydro, méthylphénanthrénique. Dans cette réaction de cyclisation la lactone se forme malheureusement en quantité prépondérante (58 à 59 pour 100) et l'acide cyclisé est toujours accompagné d'acide huileux, en sorte que son rendement n'est que de l'ordre de 25 pour 100.

En chauffant cet acide cyclisé V avec du sélénium d'abord à 300°, puis à 340-350° en vue de le déshydrogéner, il y a simultanément décarboxylation par départ de CO^2 et formation d'un carbure que l'on distille au vide à la fin de l'expérience à 280° sous 30^{mm}.

Ce carbure est ensuite purifié par distillation sur le sodium et cristallisation dans l'alcool, le rendement est de l'ordre de 55 pour 100.

L'analyse assigne à ce corps la formule $C^{15}H^{12}$ et, d'après les réactions qui lui donnent naissance, on est amené à le représenter par la formule VI qui en fait un 4-méthyl-phénanthrène. C'est un corps blanc, bien cristallisé fondant à 116°, distillant à 160° sous 2^{mm} et présentant toutes les réactions d'un carbure phénanthrénique. Il donne en effet, par oxydation chronique et avec un rendement presque quantitatif, une quinone fondant à 187° et une quinoxaline fondant à 178°. Son picrate fond à 127-128° et son styphnate à 148°.

L'ensemble de ces constantes identifie ce carbure avec celui obtenu par un autre procédé par Radcliffe, Sherwood et Short (¹) qui donnent 117° pour le point de fusion et 187, 178, 125 et 144° pour les points de fusion respectifs des quinone, quinoxaline, picrate et styphnate. Par contre il est en désaccord avec un travail de R. D. Haworth (²), surtout en ce qui concerne le point de fusion, qui, d'après cet auteur, serait de 49-50°. Il y

(¹) *J. Chem. Soc., London*, 1931, p. 2293.
(²) *J. Chem. Soc., London*, 1932, p. 1131.

aurait un grand intérêt à élucider la cause de cette différence, le 4-méthylphénanthrène étant un produit de dégradation de produits naturels, entre autres de l'acide podocarpique, dont il fixe par suite la constitution.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode générale de synthèse et propriétés chimiques des éthers isocyaniques α-éthyléniques* $\begin{matrix}R.CH\\R'\end{matrix}\!\!>\!C-N=C=O$. Note de M. **Joseph Hoch**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les éthers de l'acide isocyanique sont des composés connus depuis fort longtemps et particulièrement étudiés. Il ne semble pas cependant que l'on ait pu préparer jusqu'à ce jour des éthers isocyaniques dans lesquels le groupe isocyanique soit lié à un carbone portant en même temps une double liaison, ce que l'on peut considérer comme étant des éthers isocyaniques d'énols.

Forme énolique d'une cétone. $\left\{\begin{matrix}R.CH\\R'\end{matrix}\!\!>\!C-OH,\right.$ Éther isocyanique α-éthylénique. $\left\{\begin{matrix}R.CH\\R'\end{matrix}\!\!>\!C-N=C=O.\right.$

J'ai pu préparer aisément ces composés en chauffant des N-carboxéthylcétimines $(R)(R')C=N.COOC^2H^5$ [dont j'ai décrit une méthode de préparation générale [1]] à 400°, en présence d'un catalyseur. Le mécanisme de la réaction s'explique par le schéma suivant :

$$\begin{matrix}R.CH^2\\R'\end{matrix}\!\!>\!C=N.COOC^2H^5 \rightarrow \begin{matrix}R.CH\\R'\end{matrix}\!\!>\!C-N\boxed{H}\,\boxed{CO}\,\boxed{OC^2H^5}$$
$$\rightarrow \begin{matrix}R.CH\\R'\end{matrix}\!\!>\!C-N=C=O.$$

Le mode opératoire est simple, il suffit de faire passer sous pression réduite les vapeurs d'une N-carboxéthylcétimine sur des agglomérés de terre d'infusoires chauffés à 400°. L'appareil ainsi que le catalyseur doivent être rigoureusement secs. Le produit brut que l'on recueille est purifié par distillation sous pression réduite, sans aucun traitement préalable.

J'ai obtenu ainsi : l'isocyanate-4 de l'heptène-3,4 (I), P. E. 55-56° sous 17^{mm}; R^t 86 %; l'isocyanate-1 du cyclohexène-1,2 (II), P. E. 61-63° sous 18^{mm}; R^t 82 %; l'isocyanate-1 du β méthylcyclohexène 1,2 (III), P. E. 73-74° sous 18^{mm}; R^t 74 %; l'isocyanate-1 du phényl-1-éthylène (IV),

(1) J. Hoch, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 560.

P. E. 99° sous 25^{mm}; R^{t} 40 %; et l'isocyanate-1 du phényl-1-propène-1,2 (V), P. E. 110-112° sous 18^{mm}; R^{t} 40 %.

$$\begin{matrix} C^2H^5.CH \\ C^3H^7 \end{matrix} \Big\rangle C-N=C=O, \quad \text{(I)}. \qquad \begin{matrix} C^2H^5.CH \\ C^3H^7 \end{matrix} \Big\rangle C-NH.CO.NH.C^6H^5 \quad \text{(P. F. 102°)}, \quad \text{(I bis)}.$$

$$CH^2 \Big\langle \begin{matrix} CH^2-CH \\ CH^2-CH^2 \end{matrix} \Big\rangle C-N=C=O, \quad \text{(II)}. \qquad C^6H^9.NH.CO.NH.C^6H^5 \quad \text{(P. F. 197°)}, \quad \text{(II bis)}.$$

$$CH^3-C^6H^8-N=C=O, \quad \text{(III)}. \qquad CH^3-C^6H^8-NH-CO-NH-C^6H^5 \quad \text{(P. F. 170°)}, \quad \text{(III bis)}.$$

$$\begin{matrix} CH^2 \\ C^6H^5 \end{matrix} \Big\rangle C-N=C=O, \quad \text{(IV)}. \qquad \begin{matrix} CH^2 \\ C^6H^5 \end{matrix} \Big\rangle C-NH-CO-NH-C^6H^5 \quad \text{(P. F. 142°)}, \quad \text{(IV bis)}.$$

$$\begin{matrix} CH^3-CH \\ C^6H^5 \end{matrix} \Big\rangle C-N=C=O, \quad \text{(V)}. \qquad \begin{matrix} CH^3-CH \\ C^6H^5 \end{matrix} \Big\rangle C-NH-CO-NH-C^6H^5 \quad \text{(P. F. 185°)}. \quad \text{(V bis)}.$$

Ces éthers isocyaniques sont des liquides mobiles, incolores, qui décolorent instantanément le brome. Ils sont doués d'un pouvoir lacrymogène beaucoup plus faible que les isocyanates ordinaires. A l'exception de l'isocyanate-1-phényl-1-éthylène (IV), qui est peu stable, ils se gardent aisément en tube scellé.

Ils réagissent instantanément avec l'aniline en solution éthérée anhydre et conduisent aux phénylurées dissymétriques non saturées.

J'ai donné plus haut, avec les numéros *bis*, les formules des urées ainsi obtenues à côté des formules des isocyanates dont elles dérivent.

La constitution de ces composés est établie par le fait que ClH dilué les scinde immédiatement à froid en monophénylurée $C^6H^5-NH-CO-NH^2$ (P. F. 142°) et en cétone dont dérive l'isocyanate qui a servi à les préparer.

La phénylurée (V *bis*) n'est pas identique à la phénylurée obtenue en condensant l'isocyanate de phényle avec l'imine de la propiophénone. Ce dernier corps fondant à 132° (peu net) est, ou bien un stéréoisomère de (V *bis*) ou bien il correspond à la formule

$$(C^2H^5)(C^6H^5)C=N-CO-NH-C^6H^5.$$

ClH dédouble tous les deux en monophénylurée et en propiophénone. L'extrême instabilité du produit, fondant à 132°, m'a empêché d'en faire l'étude.

Parmi les isocyanates décrits, j'ai étudié particulièrement l'isocyanate-1

du cyclohexène-1,2 (II) et j'ai constaté qu'il possède les caractères chimiques des isocyanates ordinaires. Il donne en effet : avec H^2O à froid, au bout de 8 jours, de la cyclohexanone et de la monocyclohexényl-1,2-urée impure (P. F. 130° environ) (VI); avec NH^3, dans l'éther anhydre de la monocyclohexényl-1,2-urée (P. F. 144°); avec NH^2—NH^2, hydratée à 50 pour 100 du N, N'-dicyclohexényl-1,2-diamide de l'acide α,β-hydrazindicarbonique (VII) (P. F. 186°); avec C^6H^5—NH—CH^3, la N-méthyl-N-phényl-N'-cyclohexényl-1,2-urée (P. F. 88°) (VIII); avec C^2H^5OH, le cyclohexényl-1,2-carbamate d'éthyle (P. E. 148-149° sous 26^{mm}) (IX); avec $(CH^3)^2$=CHOH, le cyclohexényl-1,2-carbamate d'isopropyle (P. E. 147-148° sous 23^{mm}) (X); avec C^6H^5OH, le cyclohexényl-1,2-carbamate de phényle (P. F. 106-107°) (XI) et, avec l'imine de la benzophénone, la N-benzhydrylidène-N'-cyclohexényl-1,2-urée (P. F. 119°) (XII).

La constitution de chacun de ces dérivés du cyclohexène a été établie par hydrolyse au moyen de ClH dilué. Dans ces conditions ils fournissent tous d'une part de la cyclohexanone et respectivement : (VI) de l'urée; (VII) la diamide de l'acide α.β-hydrazindicarbonique (P. F. 257°); (VIII) la N-méthyl-N-phénylurée $(CH^3)(C^6H^5)$N—CO—NH^2; (IX) de l'éthyluréthane NH^2—$COOC^2H^5$ (P. F. 48°); (IX) du carbamate de phényle NH^2—$COOC^6H^5$ (P. F. 145°), et (XII) de la benzophénone et de l'urée

$$CH^2\langle{}^{CH^2-CH}_{CH^2-CH^2}\rangle C-NH-CO-NH^2.$$
(VI).

$$C^6H^9-NH-CO-NH-NH-CO-NH-C^6H^9. \qquad C^6H^9-NH-CO-N(CH^3)(C^6H^5).$$
(VII). (VIII).

$$C^6H^9-NH-COOC^2H^5. \qquad C^6H^9-NH-COOCH(CH^3)^2.$$
(IX). (X).

$$C^6H^9-NH-COOC^6H^5. \qquad (C^6H^5)^2 : C=N-CO-NH-C^6H^9.$$
(XI). (XII).

CRISTALLOGRAPHIE. — *Structure cristalline de l'azoture d'argent.* Note de M. **Marc Bassière.**

L'azoture d'argent, préparé par double décomposition entre l'azoture de sodium et le nitrate d'argent, puis dissous dans une solution diluée d'ammoniaque, laisse déposer des cristaux répondant à la formule N^3Ag (¹). Ils

(¹) Dennis et Isham, *J. Am. Chem. Soc.*, 29, 1907, p. 1-5.

sont développés sous forme de tablettes parallèles soit aux plans (001), soit aux plans (010). Ces deux formes croissent simultanément, et sont indistinguables lorsqu'on les examine aux rayons X. Ces cristaux ont été étudiés par la méthode du cristal tournant, et les clichés interprétés avec l'aide du réseau polaire (¹).

Le réseau cristallin de l'azoture d'argent est orthorhombique et ses paramètres sont :

$$a = 5{,}58 \pm 0{,}03\,\text{Å},$$
$$b = 5{,}93 \pm 0{,}03\,\text{Å},$$
$$c = 6{,}04 \pm 0{,}03\,\text{Å}.$$

Il y a 4 molécules dans la maille, ce qui donne une densité calculée de $4{,}94 \pm 0{,}07$, et cette valeur est en bon accord avec celle mesurée directement au picnomètre, qui est de $4{,}81 \pm 0{,}05$.

Les seules taches obtenues sur les diagrammes sont celles pour lesquelles $h+k+l$ est pair, de plus elles n'existent dans le niveau $h0l$ que si h et l sont tous les deux pairs, et dans le niveau $0kl$ que si k et l sont aussi tous les deux pairs. D'autre part, les taches pour lesquelles l est impair sont toutes extrêmement faibles, et leur recherche a nécessité des poses beaucoup plus longues. Ces remarques, et l'existence de trois plans de symétrie, notée sur les cristaux, indiquent que le groupe de symétrie est V_{2h}^{26} (ou Ibam), et l'on est conduit aux positions atomiques suivantes :

4Ag....	$\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}, 0, \frac{3}{4}$	$0, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}$	$0, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}$
4N.....	$0, 0, 0$	$0, 0, \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0$
8N.....	$x, x, 0$	$\bar{x}, \bar{x}, 0$	$\bar{x}, x, \frac{1}{2}$	$x, \bar{x}, \frac{1}{2}$
.....	$\frac{1}{2}+x, \frac{1}{2}+x, \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}-x, \frac{1}{2}-x, \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}-x, \frac{1}{2}+x, 0,$	$\frac{1}{2}+x, \frac{1}{2}-x, 0$

La détermination de x a été faite d'après les intensités relatives des taches appartenant au niveau $l = 1$, qui ne dépendent que de la variable. Sa valeur est

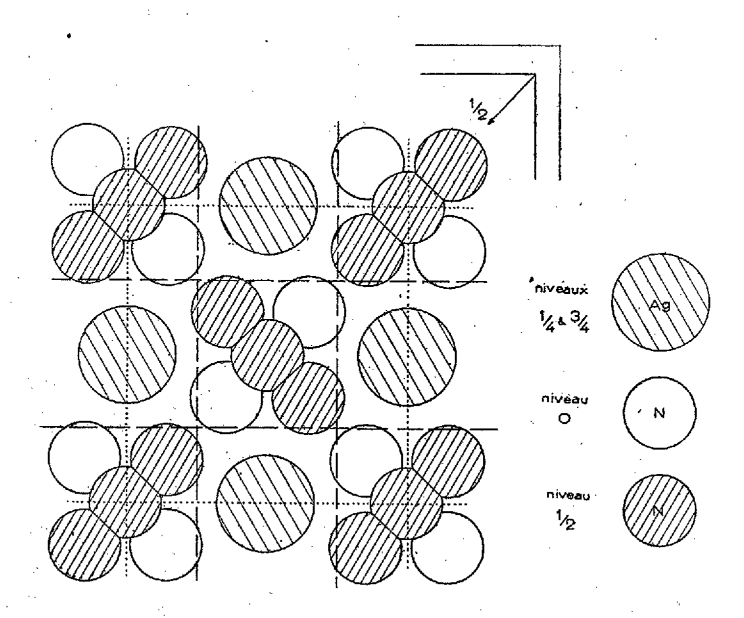
$$x = 0{,}145 \pm 0{,}005.$$

Avec ces valeurs, l'accord entre les intensités calculées et les intensités observées est satisfaisant.

La structure obtenue est représentée sur la figure qui montre une projection de la maille sur le plan (100). C'est une structure ionique, le cristal

(¹) MAUGUIN, *Bull. Soc. Min.*, 51, 1928, p. 285.

étant formé de plans contenant alternativement des ions Ag et des ions N^3. On voit qu'elle est tout à fait analogue à celle des azotures de potassium (¹),



l'atome N central du niveau O est masqué par le niveau ½

et de rubidium (²), à cette différence près que ceux-ci sont quadratiques, alors que l'azoture d'argent est orthorhombique, pseudo-quadratique.

Le groupe N^3 est linéaire, la distance des centres des atomes d'azote étant de $1,18 \pm 0,04$ Å, du même ordre que celles observées jusqu'ici sur les autres azotures.

ZOOLOGIE. — *Sur la différenciation de dents cutanées, liée à la présence de cryptes sensorielles, chez quelques Sélaciens*. Note de MM. **Georges Petit** et **Paul Budker**, présentée par M. Louis Bouvier.

L'examen d'une série de fœtus de Sélaciens à terme ou voisins du terme, et d'adultes ou de peaux d'individus adultes appartenant ou non aux mêmes espèces, nous a révélé la présence de spicules ou *dents cutanées*,

(¹) Hendricks et Pauling, *J. Am. Chem. Soc.*, 47, 1925, p. 2904.
(²) Gunther, Porger, Rosbaud, *Z. Phys. Chem.*, 6, 1930, p. 459.

différents de ceux qui constituent le revêtement du corps de ces animaux (¹). Il est assez surprenant de constater que ces spicules ont jusqu'ici échappé à l'attention des naturalistes ayant étudié, à des titres divers, les Sélaciens.

Parfois très apparentes, parfois dissimulées, ces dents cutanées particulières se présentent toujours par couples, les éléments du couple se situant l'un derrière l'autre : la dent antérieure chevauche la postérieure ou se trouve juxtaposée à elle dans le sens antéro-postérieur. Le terme de *dents cutanées jumelées* par lequel nous les avons désignées rend un compte assez exact de leur disposition.

Ces dents jumelées se manifestent exclusivement au niveau de dépressions épithéliales dont le fond est occupé par un organe sensoriel. Leur repérage permet donc, du même coup, l'étude de la distribution de ces dépressions auxquelles nous avons donné le nom de *cryptes sensorielles* et qui sont homologues des *spalt papillen* et des *pit organs* des auteurs allemands et des auteurs anglais.

Du point de vue morphologique, les dents jumelées offrent un certain nombre de caractères remarquables. Abstraction faite de menus détails, variables d'une espèce à une autre, leur différenciation se fait autour d'un type propre à chacun des éléments du couple et commun à toutes les espèces. Ces détails concernent, par exemple, la présence plus ou moins accusée, ou l'absence, de crêtes sur la dent antérieure, crêtes qui festonnent ou non le bord oral de cette dent, la largeur ou l'étroitesse des expansions latérales de la dent postérieure, le fait que ces expansions se terminent par une pointe aborale plus ou moins détachée et aiguë.

En dehors de ces caractères, l'aspect des dents jumelées peut se schématiser ainsi : la dent antérieure, bombée, est assez bien valviforme, avec apex postérieur plus ou moins individualisé ou véritable rostre aigu ; tout en arrière de l'apex, cette dent offre, sur sa face ventrale et sur un très court espace, une partie aplatie. La dent postérieure présente une crête médiane forte, coupante ou épaisse, arquée, à pointe aborale généralement bien détachée. L'ensemble de cette partie axiale prend assez exactement

(¹) Les espèces examinées à ce point de vue sont au nombre de onze : *Ginglymostoma cirratum* Gm., *Pristiurus melastomus* (Raf.), *Scoliodon terræ-novæ* (Richard.), *Hypoprion brevirostris* Poey, *Carcharinus limbatus* (M. et H.), *Carcharinus obscurus* (Lesueur), *Carcharinus* sp. probablement *menisorrah* (M. et H.), *C. gangeticus* (M. et H.), *Paragaleus Gruveli* P. Budker, *Galeorhinus mustelus* (L.), *Gal. lævis* (Risso). Notons que toutes ces espèces sont ovo-vivipares ou vivipares.

l'aspect d'une griffe et, quand la crête s'épaissit et la pointe s'empâte, un aspect margaritoïde. Ajoutons qu'au point de contact du méplat de la dent antérieure sur la dent postérieure, se trouve un autre méplat qui se situe sur la crête axiale ou se reporte tout à son extrémité orale ou encore se trouve localisé sur la face antérieure elle-même de la dent. Ce déplacement du méplat est en relation avec un chevauchement plus ou moins accentué qui peut conduire à une juxtaposition pure et simple des éléments du couple.

Les différenciations morphologiques ci-dessus définies des dents jumelées ne sont pas les seules. Il en est d'autres, plus intimes, en *relation directe* avec la présence des cryptes sensorielles sous-jacentes. C'est ainsi que la face ventrale de la dent antérieure s'évide, dans toute sa partie orale, immédiatement en avant du méplat de l'extrémité aborale — et que la face orale de la dent postérieure présente très fréquemment une légère excavation à l'aspect de gouttière. En outre, l'angle antérieur de la plaque basale de la dent postérieure dessine un feston à convexité aborale, en relation avec la gouttière de la face orale de cette dent. Quant à la plaque basale de la dent antérieure, elle s'échancre profondément au point de prendre l'aspect d'un fer à cheval.

Cet ordre ainsi établi dans le sens antéro-postérieur se modifie lorsque la dent antérieure glisse sur la dent postérieure pour se placer tout contre la base de son versant droit ou de son versant gauche [1]. Corrélativement, l'organe sensoriel devient latéral; latéraux aussi l'émarginement, habituellement oral, de la dent postérieure et l'encoche de la plaque basale qui lui correspond. La plaque basale de la dent antérieure se désaxe à son tour. Son échancrure en fer à cheval se situe à au moins 45° de son orientation première qui correspond à celle du grand axe de la dent.

Il est à peine besoin d'insister sur la protection qu'assurent aux cryptes sensorielles les dents cutanées jumelées, tant par leur situation réciproque que par leur différenciation morphologique. Les plaques basales, transformées elles-mêmes comme nous l'avons indiqué ci-dessus, enfoncées dans les couches supérieures du derme, constituent une ceinture sous-jacente à l'organe sensoriel cutané et leur évidement permet l'aboutissement direct des nerfs à la base de l'organe.

L'examen comparatif de quatre espèces du genre *Carcharinus* et de deux espèces du genre *Galeorhinus*, nous a permis de constater entre elles

---

(1) C'est le cas constaté sur les dents cutanées jumelées les plus antérieures, chez le Ginglymostome.

un certain nombre de différences dans la répartition et l'aspect des dents jumelées. Le repérage de ces dents, l'appréciation des détails de leur aspect, demeurent très souvent fort délicats et l'analyse minutieuse qu'elles réclament restreint la valeur systématique qu'on pourrait leur accorder. Ces restrictions étant faites, il apparaît vraisemblable que la différenciation des dents jumelées, sinon leur distribution, en relation avec la présence d'un organe sensoriel sous-jacent, puissent avoir, pour chaque espèce, leur marque propre.

EMBRYOLOGIE GÉNÉRALE. — *Valeur explicative de l'épigenèse physiologique.* Note de M. **Paul Wintrebert**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'épigenèse physiologique, fondée sur l'enchaînement rigoureux de fonctions transitoires, met en lumière des processus jusqu'ici restés dans l'ombre et se montre capable d'expliquer nombre de faits énigmatiques :

1° *Elle sépare nettement la construction des formes de la détermination organisatrice;* elle montre que la blastula et la gastrula sont édifiées par l'induction mitogénétique, issue du centre initiateur, et par le pouvoir de contractilité développé dans les cellules induites. Les proliférations ordonnées par cette induction sont le facteur principal de la gastrulation et les migrations qu'elles déterminent après l'enroulement blastoporal, à l'intérieur de l'œuf, s'adaptent aux conditions locales d'étalement céphalique et de convergence troncale. L'organisateur n'agit que sur un canevas de migrations cellulaires et de mises en place qui dérivent fondamentalement de l'induction mitogénétique, la première en date.

2° La circulation cytoplasmique de l'œuf indivis met en place les matériaux ovulaires; c'est elle qui transforme la symétrie de l'œuf, jusque-là rayonnée par rapport à un axe, en symétrie bilatérale. Elle détermine l'unité du développement, par le contact intime qu'elle assure entre tous les éléments ovulaires. L'*individualité primitive du germe est son œuvre.* Celle-ci s'efface après la segmentation; mais elle a, auparavant, réparti les enclaves par groupements de même densité et, de cette façon, distribué les rôles aux divers territoires. Chacun d'eux vit alors pour son compte, mais n'agit que par délégation de l'individualité première et le développement se déroule harmonieusement, comme s'il était guidé encore par un pouvoir d'ensemble. Il est vain de chercher plus tard l'avènement du facteur d'unité,

en dotant gratuitement le gradient apico-basal (Huxley et de Beer), ou les organisateurs (Spemann), d'une action à distance.

3° On accorde généralement à la symétrie bilatérale la valeur d'une *localisation germinale*; c'est une erreur. Elle n'existe pas par elle-même; elle résulte seulement de la disposition bilatérale des matériaux actifs du centre initiateur somatique, du sens de sa propagation mitogénétique sur la blastula et, après l'enroulement blastoporal, de l'axe des migrations, vers la tête, des lames mésodermiques invaginées. Elle n'est donc ni préformée ni invariable.

4° La position très basse, sous-équatoriale, des ébauches axiales présumées, chez le Discoglosse, permet d'obtenir un embryon, en remontant expérimentalement la lèvre dorsale au-dessus de l'équateur; ce résultat prouve que la région d'où provient l'organisateur dépasse de beaucoup l'aire ento-mésodermique qui lui est assignée par Spemann et ses collaborateurs; le territoire qui peut lui donner naissance embrasse tout le champ d'induction mitogénétique blastuléen, y compris, chez le Discoglosse, la plaque médullaire et l'ectoderme présumés.

5° Le développement s'effectue pour tous les œufs de la même façon, suivant le mode épigénétique des chaînes de fonctions. Il n'y a pas, du point de vue physiologique, des œufs à mosaïque et des œufs à régulation. Seul le mode de réalisation des fonctions diffère, en raison des propriétés physiques du protoplasme et spécialement de sa viscosité.

6° La quantité de plasma et d'enclaves transportée de l'hémisphère végétatif à l'hémisphère animal, par la circulation plasmique de l'œuf indivis, est fonction de la durée et de l'intensité des courants. Cette conclusion explique les résultats différents obtenus par la production d'extraovats végétatifs (Aron, 1930), suivant qu'ils sont effectués pendant ou après les courants; dans le premier cas, les organes axiaux sont petits, parce que la circulation a été amoindrie; dans le second, ils sont normaux, en dysharmonie avec le volume réduit de l'œuf.

7° La piqûre dorsale de l'œuf indivis a des conséquences éloignées qui affectent parfois l'embryon sur une grande longueur, par exemple sur tout un côté du tronc (Brachet, 1923; Pastecls, 1932). La propagation mitogénétique blastuléenne, allant du centre initiateur au blastopore, explique qu'une lésion précoce laisse derrière elle une traînée cellulaire qui n'est pas touchée par l'induction blastuléenne et qui ne peut être déterminée par l'organisateur, parce qu'elle n'a pas subi à temps la préparation mitogénétique nécessaire.

La connaissance des mécanismes épigénétiques met chaque événement de l'ontogénèse à son temps et à sa place, lui donne sa valeur propre et interdit qu'on accorde à l'organisateur ce qui appartient à l'un des chaînons fonctionnels qui le précèdent et préparent sa formation.

PARASITOLOGIE. — *Recherches sur le cycle évolutif d'*Hymenolepis pistillum *Duj*. Note de MM. **Charles Joyeux** et **Jean-Georges Baer**, présentée par M. Maurice Caullery.

Le Cestode *H. pistillum* a été décrit pour la première fois par Dujardin (1843) (¹) chez la Musaraigne musette, *Sorex araneus* L. et ne semble pas avoir été l'objet d'une étude particulière depuis. Villot (1879) (²) a observé, dans la cavité générale de divers *Glomeris*, deux espèces de Ténias larvaires, qu'il nomme *Staphylocystis biliarius* Vill. et *Staphylocystis micracanthus* Vill., et qu'il rapporte à *Hymenolepis scalaris* Duj. et *Hymenolepis pistillum* Duj. respectivement.

Ayant eu l'occasion de retrouver, chez la Musaraigne des jardins, *Crocidura russula* Herm., en Haute-Savoie, de très nombreux *H. pistillum*, nous avons tenté d'infester expérimentalement des *Glomeris*, afin de vérifier l'hypothèse de Villot. Nos Myriapodes provenaient d'un endroit bien localisé et nous en avons disséqué plus d'une centaine, sans jamais y trouver de formes larvaires de Cestodes. Nos expériences ont été faites avec les deux espèces très voisines : *Gl. marginata* (Villers) et *Gl. conspersa* Koch, toutes deux se laissant d'ailleurs infester.

Vingt-six jours après avoir mangé des anneaux mûrs de *H. pistillum*, les *Glomeris* contenaient encore quelques embryons hexacanthes dans leur cavité générale et, en plus de ceux-ci, de nombreux corps piriformes, longs de 144^{μ} environ, rattachés à une masse cellulaire commune, dans laquelle il était possible de distinguer les crochets de l'onchosphère. Dix jours plus tard, soit trente-six jours après le repas infestant, il a été possible de retrouver les cysticercoïdes parfaitement formés, invaginés dans leur involucre et possédant leur couronne de 18 à 22 crochets bien formés. Ces crochets ont 11 à 12^{μ} de long, mais semblent s'allonger encore un peu dans

(¹) *Ann. Sc. Nat.*, 2ᵉ série, **20**, 1843, p. 344.
(²) *Ibid.*, 6ᵉ série, **8**, art. 5, 1879.

la suite, pour atteindre 14$^{\mu}$. Les ventouses ont 46$^{\mu}$ de diamètre et tout le scolex avec l'involucre 115$^{\mu}$.

Nous n'hésitons pas à assimiler notre forme larvaire, obtenue expérimentalement, au *Staphylocystis micracanthus* Villot; cependant, le genre larvaire *Staphylocystis*, créé par Villot (*loc. cit.*) ne semble différer en rien de son autre genre larvaire *Urocystis*, dont l'unique espèce *U. prolifer* Villot (trouvée également chez les *Glomeris*) a été étudiée par l'un de nous (Joyeux, 1922) [1]. Nous retrouvons exactement l'évolution décrite chez ce dernier type. Le scolex se forme avant de s'invaginer dans l'involucre et achève son développement à l'intérieur de celui-ci. Enfin, nous assistons aussi au bourgeonnement de la masse larvaire primitive, donnant naissance à plusieurs scolex. Il s'ensuit que la larve obtenue expérimentalement par nous doit s'appeler *Urocystis hymenolepididis pistilli* (Duj.) et a pour synonyme *Staphylocystis micracanthus* Villot.

Nous avons eu l'occasion de recueillir un certain nombre de *Glomeris*, *Gl. marginata* (Vill.), dans une région où presque toutes les Musaraignes hébergeaient *H. pistillum*. Sur 93 Myriapodes disséqués, nous avons trouvé deux porteurs de larves ne différant en rien de celles décrites ci-dessus. D'autre part, nous avons constaté, dans l'estomac d'une des Musaraignes, les restes d'un Glomeris infesté. La majorité des scolex étaient évaginés et plusieurs d'entre eux se trouvaient déjà dans la première portion du duodénum.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelle classification des* ectodermoses neurotropes. Note de M. **Constantin Levaditi** et Mlle **Jeanne Voet**, présentée par M. F. Mesnil.

Lorsque, en 1921, l'un de nous [2] groupait sous le titre d'*ectodermoses neurotropes* un certain nombre de maladies infectieuses provoquées par des ultravirus offrant une affinité élective pour les tissus dérivés de l'ectoderme proprement dit (revêtement cutané et muqueux, cornée) et de la portion invaginée de cet ectoderme (névraxe), quelques autres processus infectieux analogues n'avaient pas encore été étudiés de ce point de vue. La classi-

---

(1) *Bull. Soc. Zool. France*, 47, 1922, p. 52.

(2) Levaditi, *C. R. Soc. Biol.*, 85, 1921, p. 425.

fication de 1921 ne comprenait, en effet, que les virus de la vaccine (*neurovaccin* de Levaditi et Nicolau), de l'herpès, de l'encéphalite dite léthargique (maladie de von Economo), de la rage et de la poliomyélite. Actuellement cette classification peut être complétée par l'adjonction d'autres maladies. C'est ce que nous nous proposons de faire dans la présente Note, en considérant tout particulièrement, de nouvelles *encéphalites humaines*, l'*encéphalomyélite des Équidés* et la *stomatite vésiculeuse*, dont nous préciserons la place dans le groupe des *ectodermoses neurotropes*.

a. Encéphalites humaines (1). — L'étude des virus, qui en sont les agents provocateurs, montre qu'il s'agit, en l'espèce, de *germes neurotropes purs*, en ce sens que les affinités de ces germes pour le névraxe sont éminemment électives. En effet, toutes les recherches expérimentales sur l'encéphalopathie humaine japonaise (Hayashi), ou américaine (Mukenfuss, Armstrong et Mc Cordock, Webster et Fite, Levaditi et ses collaborateurs), ont montré que le germe encéphalitogène n'est attiré que par le système nerveux central.

b. Maladie de Borna et encéphalomyélite épizootique des Équidés. — Ici également, les virus respectifs de ces deux affections épizootiques ne s'attaquent qu'au névraxe (Meyer et Haring, Howitt, Kelser, Syverton, Cox et Olitsky, etc.). Le fait a été confirmé par nos récentes recherches, réalisées avec deux souches, *eastern* et *western*, de virus encéphalomyélitique; seule la culture intracérébrale (cobaye et souris) s'est révélée efficiente (inoculation transcrânienne ou nasale), l'affinité pour la cornée et le revêtement cutané ou muqueux étant nulle.

c. Stomatite vésiculeuse des Équidés. — Chez les animaux de choix (cobaye, souris ou singe), le virus, filtrable et différent de celui de la fièvre aphteuse (2), est pathogène pour le système nerveux central (Cox et Olitsky, Syverton et Olitsky, Naidu).

Or on connaît son aptitude à se fixer sur le revêtement cutané et muqueux du cobaye (Cotton, Olitsky, Traum, etc.), du cheval, de la vache et sur la cornée du lapin (v. Heelsberg, Olitsky). Nous-mêmes, dans nos essais, réalisés avec les souches New-Jersey et Indiana (3), avons constaté l'affinité de ces souches pour le cerveau et la peau de la patte chez le

---

(1) C. Levaditi, R. Schoen et J. Levaditi, *Presse médicale*, 42, n° 98, 1934, p. 1973.

(2) Dimensions différentes (70-100$^{m\mu}$ et 8-12$^{m\mu}$: Galloway et Elford).

(3) Nous remercions M. Olitsky de l'envoi de ces souches.

cobaye, l'encéphale et la moelle épinière chez la souris. La cornée et la muqueuse nasale se révèlent indifférentes. Le phénomène de *l'infection mortelle autostérilisable* a été observé au cours de ces recherches.

Il en résulte que le virus de la stomatite vésiculeuse des Equidés est, avec

Virus	Affinités			
	Cutanée	*Cornéenne*	*Cérébrale*	*Médullaire*
Neurovaccine				
Herpès				
Stomat. vésicul.				
Encéphalites humaines — *Encéphal. léthargiq.*				
Encéphalites humaines — *Encéphal. (Jap. et Amér.)*				
Maladie de Borna				
Encéphalo-myélite				
Rage		↓+		
Poliomyélite		↓0		

celui de l'herpès, le plus typique exemple d'*ectodermose neurotrope*, ses affinités s'exerçant aussi bien sur les tissus dérivés de l'ectoderme (peau et muqueuse), que sur ceux issus de la portion invaginée de cet ectoderme (névraxe). En sorte que, actuellement, il nous est donné de compléter et de représenter par le tableau ci-dessus la classification des ectodermoses neurotropes.

CHIMIOTHÉRAPIE. — *Action sur les tumeurs, en injections intraveineuses, de nouveaux sels complexes solubles ferrico-ascorbiques.* Note de MM. **Fernand Arloing**, **Albert Morel** et **André Josserand**, présentée par M. Jean-Louis Faure.

Depuis notre précédente Communication [1] concernant l'action des complexes ferrico-ascorbiques sodiques (ferro-scorbone et ferri-scorbone) sur

[1] *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 456.

les tumeurs, nous sommes parvenus à faire entrer des métaux autres que le sodium, parmi lesquels nous citerons le calcium, le magnésium et le plomb, dans des sels complexes où figurent le fer soit bi-, soit trivalent, et l'acide ascorbique ou son premier dérivé d'oxydation réversible. Ces réalisations légitiment la présente Note.

L'emploi de ces nouvelles substances nous a permis de constater que le changement de métal conditionne, très rapidement et à très faibles doses une modification dans l'activité thérapeutique.

C'est ainsi que les œdèmes périfocaux, très marqués avec les composés sodiques, manquent à peu près totalement avec le sel complexe ferrico-calcique de l'acide dihydroxyascorbique. Vis-à-vis des cancers humains, cette *ferriscorbone calcique* provoque, en injection intraveineuse à la dose journalière de $0^g,025$, une désinfiltration extrêmement rapide des lésions et une diminution manifeste de leur volume. Elle permet aussi d'obtenir une rétrocession et parfois une fonte des ganglions dont la ponction donne issue à un liquide séro-hématique.

Mais cette action, qui est très puissante, apparaît limitée dans le temps, car, au bout de 10 à 15 jours de traitement, les malades présentent une certaine intolérance, et d'autre part, après cessation des injections, on peut observer rapidement une continuation de l'évolution, si l'on ne procède pas à l'administration d'une autre ferriscorbone appropriée.

Ces observations cliniques ont été recueillies par nous au Centre régional anticancéreux de Lyon et à la clinique médicale dirigée par M. J. Paviot.

L'étude de l'action vis-à-vis des cancers expérimentaux de ces nouveaux sels complexes solubles se poursuit activement dans nos laboratoires de la Faculté. Celle de la ferriscorbone calcique paraît être, en grande partie, superposable à l'action clinique.

Avec ce sel complexe, tout semble donc se passer comme si le *calcium* favorisait des processus de digestion intranéoplasique; son action, plus ou moins *cancérolytique*, ne nous paraît pas jusqu'ici être spécifiquement cancéricide.

Au contraire, une telle action *cancéricide* paraît pouvoir être espérée du *complexe ferrico-plombo-sodique*, soluble, dont les premiers essais d'injections intraveineuses sont encourageants.

Les constatations qui précèdent nous semblent impliquer que les *métaux de ces sels complexes* pénètrent dans les tumeurs et qu'à côté des *phénomènes d'oxydo-réduction*, liés aux particularités de l'acide ascorbique et de son dérivé réversible d'oxydation, il faut faire une place encore plus

grande au rôle que joue la *constitution stéréochimique des molécules elles-mêmes :* cette constitution en fait des *vecteurs adaptés et peut-être spécifiques* pour les métallothérapies du cancer, y compris celles tentées avec les métaux de poids atomique très élevé.

Cette adaptation serait réalisée, croyons-nous :

1° par l'état de *dissimulation relative* des métaux dans ces sels complexes solubles, leur permettant de traverser le sang, sans le coaguler et sans être décomposés par lui ;

2° également, peut-être, par un certain *tropisme* vers les néoplasmes qu'auraient les complexes où entre l'acide ascorbique, qui, par lui-même, favorise l'évolution cancéreuse.

Nous pensons qu'une voie nouvelle s'ouvre par l'emploi de ces sels complexes solubles aux tentatives de chimiothérapie des tumeurs.

A 15h30m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 1er juillet 1935.)

Note de M. *Constantin Gheorghiu* et Mlle *Lucie Manolescu*, Combinaisons hétéropolaires : sels complexes d'argent et de mercure avec la thio-2 thydroxy-4 tétrahydro-1.2.3.4-quinazoline :

Page 78, titre, ligne 2, *au lieu de* thydroxy, *lire* oxy (resp. éthoxy); ligne 3, *au lieu de* Gheorgiu, *lire* Gheorghiu.

(Séance du 5 août 1935.)

Note de MM. *Antonin Andant*, *Pierre Lambert* et *Jean Lecomte*, Spectres de diffusion (effet Raman) et spectres d'absorption infrarouge d'alcools saturés aliphatiques et de carbures éthyléniques.

Page 391, ligne 26, *au lieu de* Chimie physique, *lire* Chimie appliquée.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 OCTOBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **W. Vernadsky**, Correspondant pour la Section de Minéralogie, qui assiste à la séance.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur le cinquantenaire de la prévention de la rage après morsure.* Note de M. **Félix Mesnil**.

Le 26 octobre 1885, il y a juste 50 ans, l'Académie entendait une Communication de Louis Pasteur, intitulée *Méthode pour prévenir la rage après morsure* (¹). L'illustre savant faisait connaître les heureux résultats de la première application à l'homme de la vaccination antirabique. Cette Communication, qui est restée et restera célèbre dans les Annales de notre Compagnie, fut accueillie avec toute la considération qu'elle méritait. Après Pasteur, Vulpian « comme membre de la Section de Médecine et de Chirurgie », le baron Larrey, le président de l'Académie, H. Bouley, prirent la parole pour souligner la haute signification scientifique et humanitaire de la Communication qu'ils venaient d'écouter. Quatre mois plus tard, le 1er mars 1886, Pasteur présentait une nouvelle Note à l'Académie : *Résultats de l'application de la méthode pour prévenir la rage après morsure* (²); il en était alors au 350e traitement, lequel, pour une seule personne, s'était montré inefficace. Il s'agissait d'une petite fille de 10 ans,

(¹) *Comptes rendus*, 101, 1885, p. 765-773.
(²) *Comptes rendus*, 102, 1886, p. 459-466.

profondément mordue au creux de l'aisselle et à la tête et qui n'avait été amenée au laboratoire de la rue d'Ulm que le 37ᵉ jour après ses blessures. « J'aurais dû, dit Pasteur, dans l'intérêt scientifique de la méthode, refuser de soigner cette enfant arrivée trop tard, dans des conditions exceptionnellement graves; mais, par un sentiment d'humanité et en face des angoisses des parents, je me serais reproché de ne pas tout tenter. »

C'est à la suite de cette seconde Communication, dont l'intérêt puissant fut souligné par le Président de l'Académie, l'amiral Jurien de la Gravière et par Vulpian, que prit corps l'idée d'un établissement vaccinal contre la rage; une commission, composée de MM. Gosselin, Vulpian, Marey, P. Bert, A. Richet, Charcot, Jurien de la Gravière, J. Bertrand, de Freycinet, fut nommée séance tenante. Telle fut l'origine de l'Institut Pasteur. J'ai pensé qu'il était bon, en ce jour anniversaire, de rappeler ces faits, qui sont à l'honneur de l'Académie et aussi de la Maison à laquelle j'appartiens depuis 43 ans et où j'ai été le dernier agrégé-préparateur de Pasteur.

L'Institut Pasteur n'a pas manqué de célébrer la commémoration de la découverte de son illustre fondateur. La cérémonie a eu lieu le 6 juillet dernier, date anniversaire de la première injection antirabique faite au jeune Meister, dont l'observation est l'objet de la Communication du 26 octobre. Cette cérémonie a été présidée par M. Lafont, Ministre de la Santé publique assisté de M. Charléty, recteur de l'Université de Paris, représentant M. le Ministre de l'Éducation nationale et de notre Secrétaire perpétuel, M. Lacroix, président du Conseil d'Administration de l'Institut Pasteur. M. Louis Martin, directeur de l'Institut Pasteur, le Dʳ Pasteur Vallery-Radot, le Dʳ Pierre Lépine, le Ministre enfin, ont marqué, dans leurs allocutions, l'importance de cette date du 6 juillet 1885, « la plus émouvante de l'œuvre pastorienne ».

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un numéro commémoratif sur la Rage que viennent d'éditer les *Annales de l'Institut Pasteur* et qui a vu le jour à la date anniversaire du 26 octobre. Il renferme le compte rendu de la cérémonie du 6 juillet, à laquelle tous nos Confrères avaient été conviés, suivi d'une série de mémoires qui montrent que, moins que jamais, l'Institut Pasteur, tant la Maison mère que ses filiales, n'a cessé d'étudier la Rage.

Des chiffres relevés par MM. Lépine et Cuveilhier, j'estime qu'il faut souligner que, du 6 juillet 1885 au 1ᵉʳ janvier 1935, 51057 personnes mordues ont été soumises à Paris au traitement pastorien; 151, c'est-à-dire

moins de 3 pour 1000, ont succombé à la rage; même, depuis 10 ans, sur près de 6000 traités, on a noté aucun insuccès. Ce chiffre de 51000 traitements ne représente qu'une partie des personnes traitées, car il y a maintenant des Instituts antirabiques dans toutes les régions du globe et, partout où l'on ne s'est pas écarté de la méthode tracée par Pasteur, on a eu des résultats comparables à ceux obtenus à la Maison mère.

BIOCHIMIE. — *Recherches sur les protéides de la cellule cancéreuse.* Note de MM. **Charles Achard** et **Maurice Piettre**.

Poursuivant nos recherches [1] sur les protéides entrant dans la constitution du protoplasma cellulaire, nous avons utilisé trois tumeurs cancéreuses du rein, dont deux massives (bœuf et cheval) et une nodulaire à centre légèrement ramolli (bœuf).

Il s'agissait dans tous ces cas, de sarcome polymorphe typique.

L'isolement du tissu cancéreux, dans chaque cas, a été fait avec un soin spécial pour éliminer toute trace du parenchyme rénal.

Un lavage rapide à l'eau distillée, suivi d'égouttage, a permis d'écarter autant que possible toute souillure d'origine sanguine.

I. La détermination de l'extrait sec, de l'humidité et des lipides a donné les résultats numériques suivants pour 100 :

	N° 1 (tumeur massive) bœuf.	N° 2 (tumeur nodulaire) bœuf.	N° 3 (tumeur massive) cheval.
Extrait sec	16,47	16,0	20,56
Humidité	85,53	84,0	79,44
Lipides	2,95	1,38	2,43

Les lipides étaient presque uniquement constitués par de la cholestérine dans le n° 2.

La recherche de glycogène et de sucre réducteurs sur 30^g de matière a été négative.

Le traitement en vue de l'étude des protéines a été conduit par la même technique que pour la cellule hépatique, avec quelques différences de détail.

Pour chaque tumeur, 100^g de tissu préalablement congelés sont broyés

(1) Ch. Achard et M. Piettre, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 363.

à cet état en chambre froide avec l'appareil Latapie. La pulpe additionnée d'un poids égal d'eau distillée est laissée 24 heures à 0°. Toute cette eau est absorbée et le mélange forme une pâte homogène visqueuse, de coloration légèrement rosée.

On passe à l'histoclaste, à deux reprises, et l'on rince l'appareil avec 50g d'eau. On obtient 200 à 230cm³ d'un produit semi-liquide dans lequel la très grande majorité des cellules cancéreuses sont éclatées.

Par congélations et décongélations successives, les matières en suspension floculent et l'eau se sépare. On filtre à froid, sur linge et l'on exprime le résidu pâteux.

Le filtrat rosé, nettement trouble, est alors à nouveau congelé, puis dégelé lentement et enfin centrifugé.

II. Il forme un volume d'environ 200cm³ d'un liquide presque clair contenant les *protéines dispersées dans l'eau*. La valeur du pH était respectivement : 6,83 (n° 1), 6,59 (n° 2) et 6,67 (n° 3).

La teneur en substances fixes des trois dispersions aqueuses étaient pour 100g de tumeur initiale :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Extrait sec total	5,33	6,25	5,85
Cendres	0,61	0,78	0,59
Na Cl	0,156	0,23	0,173

La séparation des protéines est obtenue par la technique habituelle : floculation des globulines en milieu acide (après détermination de l'optimum sur des essais préliminaires) suivie de précipitations acétoniques à froid jusqu'à élimination complète de ces substances, puis isolement de l'albumine par dessiccation sur vide sulfurique.

Voici les résultats rapportés à 100g de tissu initial :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Globuline par floculation acide	1,98	2,33	1,87
Globuline par précipitations acétoniques	0,79	1,82	0,75
Albumine	0,52	0,67	0,48

L'extrait acétonique aqueux obtenu après la première précipitation acétonique des globulines est une matière brunâtre contenant en particulier, outre les produits de déchets du métabolisme cellulaire, des *peptides* divers dont une partie cristallisable :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Extrait acétonique aqueux, total pour 100, de tissu cancéreux	2g,26	1g,78	2g,17
Acides amidés titrés au Sörensen	0g,67	0g,48	0g,57

Du bloc des protéides ne se dispersant pas dans l'eau, on a isolé avec NaCl à 10 pour 100 de très petites quantités d'une substance ayant les caractères de la myxoprotéine, et par épuisement avec HCl N/10, un protéide déjà signalé, contenant en moyenne 0,35 pour 100 de P organique, avec un rendement respectivement de : $0^g,67$, $0^g,83$ et $1^g,19$.

III. L'albumine a donné lieu à des constatations particulièrement intéressantes. Mêmes caractères physiques que la sérum-albumine et composition sensiblement identique pour 100, après dessiccation à 105-107° :

C.		H.		N.		S.		Ca.
49,3	49,7	7,3	7,28	15,5	15,76	1,5	1,48	0,4

Elle en diffère notablement par la grosseur de sa molécule.

M. A. Boutaric (¹) a en effet montré, en appliquant sa technique de l'adsorption vis-à-vis du charbon pur par les mesures de la tension superficielle, que les particules de l'albumine des tissus cancéreux sont beaucoup plus petites que celles de la sérum-albumine. Tandis qu'il faut $81^{mg},1$ de charbon pour absorber 1^{mg} de celle-ci, il a fallu $169^{mg},60$ pour 1^{mg} d'albumine de la tumeur n° 1, et $213^{mg},4$ pour la tumeur n° 2.

Il n'est pas sans intérêt de rapprocher cette diminution de la masse moléculaire d'un autre fait bien connu, la proportion plus élevée de l'eau dans les tissus jeunes, en croissance.

On peut aussi penser que la rapidité avec laquelle se fait, dans les tissus cancéreux, le *processus synthétique des protéines, ne permet qu'une polymérisation plus faible de ces substances.*

GÉODÉSIE. — *Nouvelle liaison gravimétrique de stations de référence européennes; établissement d'une base à l'Observatoire du Pic du Midi.* Note (²) de M. **Pierre Lejay**, présentée par M. Georges Perrier.

Au cours d'un voyage en Europe centrale, j'ai pu déterminer, en onze stations servant de base à des réseaux importants, la période de deux gravimètres : le premier (n° 42) est celui qui m'a servi en Extrême-Orient et en France : le second (n° 518), récemment achevé par M. Holweck, n'avait pas encore été utilisé.

(¹) A. Boutaric, *Protoplasma*, **18**, 1933, p. 294.
(²) Séance du 14 octobre 1935.

Pour le pendule 42, les périodes observées en chaque station ont été ramenées à la température de 18°,5, au moyen des tables de corrections établies autrefois par de nombreuses mesures et qui présentent toute sécurité. Aucune autre correction n'a été appliquée, car ce pendule, parfaitement stabilisé, n'a été sujet à aucune variation au cours du voyage.

Pour le pendule 518 au contraire, des mesures effectuées à Paris entre 9° et 32° ont montré que, entre ces limites, la période n'était pas affectée par les changements de température : aucune correction de température ne lui a donc été appliquée. Par contre l'élasticité de la lame a légèrement varié, de façon continue, depuis l'achèvement de l'instrument. Des mesures avant et après notre campagne ont permis de déterminer avec précision la correction correspondante (0,4 milligal par jour).

Portant, pour chaque station, ces valeurs corrigées de la période des pendules, dans la relation élémentaire $g = g_0 - k/T^2$, nous avons déterminé les constantes g_0 et k; nous avons été conduit à adopter : pour le pendule 42, $g = 986,5387 - 227,49/T^2$; pour le pendule 518, $g = 984,4158 - 140,61/T^2$.

Le tableau ci-après donne pour chaque station : le nom de la station; la période de chaque pendule, corrigée comme il a été dit, l'un pour la température, l'autre de la correction séculaire; les valeurs g déduites des formules précédentes; les valeurs g_1 adoptées antérieurement par d'autres observateurs; les différences $g - g_1$ pour chacun des pendules et pour la moyenne des valeurs données par les deux instruments.

De l'examen des résultats, nous concluons que :

1° les rattachements antérieurs de toutes ces bases sont excellents;

2° pour les 4 stations polonaises, il convient de conserver les valeurs antérieures, ici adoptées, provenant d'un rattachement de Cracovie à Vienne; la correction actuellement discutée (2,7 milligals) par les géodésiens polonais à la suite d'une liaison Varsovie Potsdam ne semble pas justifiée;

3° la valeur adoptée pour Paris, $g = 980,943$, n'est pas éloignée de la valeur réelle : nous trouvons en effet $g = 980,9432$, alors que M. Holweck avec deux autres pendules avait trouvé $g = 980,9442$ et M. Nörlund, également avec deux gravimètres, $g = 980,9441$;

4° lorsque les instruments ne subissent pas de perturbation en cours d'opération, on peut obtenir, avec deux instruments seulement, une précision qui dépasse largement le milligal. L'erreur moyenne de nos déterminations n'est en effet que de 0,3 milligal, de l'ordre de grandeur de l'action luni-solaire que nous avons négligée.

Stations.	T_{42}.	T_{518}.	g_{42}.	g_{518}.	g_1.	Δ_{42}.	Δ_{518}.	Δ_m.
Lyon..........	–	6,087	–	980,6208	980,619	–	–	–
Genève..........	6,1798	–	980,5819	–	–	–0,1	–	
»	–	6,0568	–	980,5829	980,582	–	+0,9	+0,4
Lausanne......	–	6,0645	–	980,5925	980,589	+3,5	–	–
Bâle (¹).......	6,2779	–	980,7666	–	980,7655	+1,1	–	–
Paris.........	6,3753	–	980,9416	–	–	–1,4	–	
»	–	6,3645	–	980,9445	980,943	–	+1,5	0
Potsdam......	6,5743	–	981,2753	–	–	–0,1	–	
»	–	6,6910	–	981,2750	981,2754	–	–0,4	–0,2
Varsovie......	6,5531	–	981,2412	–	–	0	–	
»	–	6,6545	–	981,2406	981,2412	–	+0,6	–0,3
Borowa Góra...	6,5692	–	981,2672	–	–	+0,8	–	
» ...	–	6,6795	–	981,2656	981,2664	–	–0,8	0
Przemysl (²)...	6,3988	–	980,9827	–	–	–1,0	–	
» ...	–	6,4030	–	980,9861	980,9837	–	+2,4	–0,7
Cracovie......	6,4404	–	981,0542	–	–	+0,2	–	
»	–	6,4665	–	981,0531	981,054	–	–0,9	–0,3
Vienne.......	6,3266	–	981,8551	–	–	+1,1	–	
»	–	6,2815	–	980,8522	980,854	–	–1,8	–0,3
Bâle (³).......	6,2765	–	980,7640	–	–	0	–	
»	–	6,2060	–	980,7649	980,764	–	+0,9	+0,4
Paris.........	6,3753	–	980,9416	–	–	–1,4	–	
»	–	6,3650	–	980,9450	980,943	–	+2,0	+0,3
						$\Delta_m = 1,0$	$\Delta_m = 1,1$	$\Delta_m = 0,3$

Il faut noter qu'au cours de nos voyages aucune précaution spéciale n'avait été prise : le peu de temps dont nous disposions nous imposait de faire, malgré les distances, une station par jour, et les instruments ont dû en une occasion, être transportés sur une dizaine de kilomètres dans un chariot de paysan où ils furent violemment secoués.

II. *Détermination de la valeur de la gravité à l'Observatoire du Pic du Midi.* — Les deux gravimètres ont été transportés au Pic du Midi en vue d'y déterminer une valeur qui puisse être utilisée pour l'étalonnage d'autres instruments. Le pendule 42 a donné à son retour à Paris la même valeur qu'au départ, mais le pendule 518 a subi une altération correspondant à 10 milligals environ. Les valeurs conclues pour le Pic du Midi, sans

(¹) Cave du séismographe.
(²) Station troublée par des microséismes.
(³) Abri de la lunette méridienne.

application au pendule 518 d'aucune correction, nous donnant cette même différence, nous pensons que nous pouvons lui appliquer en toute sécurité la correction séculaire trouvée à Paris au retour. On obtient alors :

Pendule 42 : T = 5,7885; $g = 979,7493$
Pendule 518 : T = 5,4880; $g = 979,7471$

Nous adoptons la valeur moyenne : $g = 979,7482$. Il faut remarquer que ces nombres sont le résultat d'une extrapolation de la courbe de sensibilité des pendules, tracée entre Potadam et Genève (soit de 981,275 à 980,582), extrapolation qui s'étend jusque 979,748, soit sur une longueur égale à la distance des points extrêmes déterminant la courbe.

La précision des mesures précédentes nous porte à croire que la valeur obtenue au Pic du Midi doit être exacte à 2 ou 3 milligals près.

NOMINATIONS.

M. Louis Lapicque est désigné pour représenter l'Académie à la séance solennelle qui se tiendra le 19 novembre 1935 à l'Université de Liége, et qui sera consacrée à la mémoire du baron Léon Fredericq, ancien Correspondant de l'Académie.

ÉLECTIONS.

M. Pierre Lejay est élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation par 40 suffrages contre 1 à M. *Jean Laborde* et 1 à M. *Frédéric Marguet*.

CORRESPONDANCE.

M. Paul Wintrebert prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par le décès de M. *Louis Joubin*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Charles Perrier. *Le menton et ses rapports avec le visage, le front, le nez et la bouche.*

ALGÈBRE. — *Structure des fractions rationnelles et autoprojections des recouvrements topologiques.* Note de M. **Frédéric Marty**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Soit un complexe $\widetilde{K}$ recouvrement topologique d'un complexe K. Nous supposons $\widetilde{K}$ sans frontière relative. Soient alors $\widetilde{P}_i$ et $\widetilde{P}_j$ deux points superposés de $\widetilde{K}$, et M un point arbitraire. Joignons $\widetilde{P}_i M$ par un chemin arbitraire, il part de $\widetilde{P}_j$ un chemin qui a même projection, $\widetilde{P}_j N$. N n'est en général pas défini d'une manière univoque.

Si N est toujours bien défini, il est classique que le recouvrement est régulier et que la correspondance MN est une correspondance (1, 1) de $\widetilde{K}$ sur lui-même; ces correspondances forment le groupe des autoprojections; il est réciproque isomorphe du groupe de monodromie du recouvrement.

Dans le cas général, la correspondance MN est une correspondance $(1, k)$ où k est fixe mais peut être infini. La notion d'hypergroupe [1] permet d'obtenir les résultats suivants :

a. les autoprojections d'un recouvrement constituent un hypergroupe;

b. cet hypergroupe est réciproque isomorphe du quotient du groupe de monodromie par son sous-groupe de primitivité;

c. cet hypergroupe n'est un groupe que si le recouvrement est régulier.

2. Soit une fraction rationnelle $R(z)$. L'équation $R(z_2) = R(z_1)$ définit un ensemble de fonctions algébriques constituant un hypergroupe. Tout hypergroupe fini de fonctions algébriques peut s'obtenir ainsi. Cet hypergroupe est identique à l'hypergroupe des autoprojections de la surface de Riemann de la fonction inverse de R.

Pour que R puisse s'écrire sous la forme $R_1[R_2]$, où R_1 et R_2 sont rationnels non homographiques, il faut et suffit que l'hypergroupe de R contienne un sous-hypergroupe, qui sera l'hypergroupe de R_2. Au moyen des lemmes sur les hypergroupes quotients, on obtient alors :

---

[1] *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 636.

Soient R une fraction rationnelle, G son groupe de monodromie, g un sous-groupe de primitivité de G. A chaque manière d'écrire R sous la forme

$$R = R_1[R_2(\ldots R_n)]$$

correspond une suite de groupes

$$G \supset \ldots \supset g_i \supset \ldots \supset g,$$

dont chacun est sous-groupe du précédent, la longueur étant n, et l'indice d'un échelon égal au degré de la fraction rationnelle composante de même rang.

Attendu qu'on sait construire une fraction rationnelle ayant un groupe de monodromie donné, il y a lieu de considérer comme théoriquement résolue par cette méthode la construction de tous les types de structure des fractions rationnelles.

3. Soient toujours R et R_i des fractions rationnelles, mais prenons comme corps de coefficients un corps quelconque au lieu du corps de tous les nombres complexes.

Le corps de toutes les fonctions rationnelles de R est sous corps du corps de toutes les fractions rationnelles. Cette extension est algébrique. Les décompositions de R et les chaînes de corps intermédiaires se correspondent biunivoquement. Par la théorie de Galois on a donc un critère identique au précédent, à cela près que G devient le groupe de Galois de l'extension.

Mais d'une part l'identité réciproque du groupe de Galois et du groupe de monodromie n'est connue que dans des cas particuliers (extensions galoisiennes, correspondant au cas des surfaces de Riemann régulières). D'autre part on ne sait pas dans le cas général construire une extension de groupe de Galois donné à l'avance.

4. Les considérations exposées ci-dessus, outre leur intérêt propre, constituent un exemple précis de dualité dans un problème de géométrie algébrique, dont une étude systématique permettra sans doute des progrès dans la théorie générale des transformations non birationnelles de variétés, par extension et traduction de la théorie de Galois et de la théorie de Hilbert.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la notion de distance.*
Note (¹) de M. **Jean Le Roux**.

Dans la théorie de Lie les groupes afférents aux divers systèmes de géométrie satisfont à la condition suivante : *Tout système de deux points admet un invariant indépendant et un seul; un système comprenant plus de deux points n'admet pas d'invariant essentiel.*

Les notions de distance et d'invariant ne sont pas identiques, car toute fonction d'un invariant est aussi un invariant, ce qui n'a pas lieu pour la distance.

D'autre part la possibilité de mesurer la distance, dans la géométrie euclidienne, repose sur une propriété des distances mutuelles de trois points quelconques P_1, P_2, P_3 situés en ligne droite,

$$\overline{P_1P_3} = \overline{P_1P_2} + \overline{P_2P_3}.$$

Cette propriété d'addition n'a pas lieu pour toutes les formes d'invariant.

Il est cependant possible de déduire de la théorie des groupes une définition analytique de la distance.

A cet effet il faut d'abord généraliser, sous forme invariante, la définition de l'alignement de trois points.

Je me borne à la géométrie à trois dimensions. Le groupe est alors à six paramètres.

Pour un système de trois points, la matrice formée par les coefficients des transformations infinitésimales comprend six lignes et neuf colonnes. Elle est en général de rang *six*. Mais le rang s'abaisse à *cinq* s'il existe dans le groupe une transformation infinitésimale à un paramètre qui laisse fixes les trois points considérés.

Dans les groupes primitifs satisfaisant aux conditions de Lie, le lieu des points qui restent immobiles par une même transformation infinitésimale est une ligne, droite ou courbe, que nous appellerons une pseudo-droite. Cette ligne généralise la droite euclidienne, considérée comme axe de rotation.

La condition pour que trois points P_1, P_2, P_3 appartiennent à une même pseudo-droite s'exprime par un système d'équations entre les neuf

(¹) Séance du 21 octobre 1935.

coordonnées. Ce système est invariant par le groupe et se réduit à deux relations distinctes.

Tenant compte de ces relations, le nombre des coordonnées indépendantes servant à définir la position d'un système de trois points alignés sur une même pseudo-droite se ramène à *sept*. La matrice étant de rang *cinq*, le nombre des invariants indépendants du système se réduit à *deux*.

Nous allons déduire de cette propriété la définition analytique de la distance.

Soit u_{ik} une forme de l'invariant de deux points P_i et P_k. Aux trois points P_1, P_2, P_3, correspondent les invariants u_{12}, u_{13}, u_{23}. Si les points sont alignés sur une même pseudo-droite, les trois invariants ne sont pas indépendants; il existe entre eux une relation $F(u_{12}, u_{13}, u_{23}) = 0$, qui est une conséquence des deux relations distinctes existant entre les neuf coordonnées.

Soit

$$u_{23} = f(u_{12}, u_{13}). \tag{1}$$

Exprimons la position d'un point P sur la pseudo-droite en fonction d'un paramètre t. On a alors $u_{ik} = \varphi(t_i, t_k)$.

Différentions, dans ces conditions, l'équation (1) par rapport à t_1. On trouve

$$\frac{\partial f}{\partial u_{12}} \frac{\partial u_{12}}{\partial t_1} + \frac{\partial f}{\partial u_{13}} \frac{\partial u_{13}}{\partial t_1} = 0. \tag{2}$$

Les dérivées partielles $\partial u_{12}/\partial t_1$, $\partial u_{13}/\partial t_1$ ne sont pas en général des invariants; mais, d'après l'équation (2), leur rapport est invariant.

La relation $u_{12} = \varphi(t_1, t_2)$ définit t_2 en fonction de t_1 et de u_{12}. Portons cette valeur de t_2 dans l'expression de la dérivée calculée $\partial u_{12}/\partial t_1$; le résultat s'exprime alors en fonction de t_1 et de u_{12} :

$$\frac{\partial u_{12}}{\partial t_1} = \psi(t_1, u_{12}).$$

On aurait de même

$$\frac{\partial u_{13}}{\partial t_1} = \psi(t_1, u_{13}).$$

Le rapport de ces deux fonctions étant indépendant de t_1 ne change pas quand on y remplace t_1 par une constante arbitraire t_1^0.

Posons

$$\psi(t_1^0, u_{12}) = \theta(u_{12}), \qquad \psi(t_1^0; u_{13}) = \theta(u_{13}).$$

L'équation (2) prend alors la forme suivante :

$$\theta(u_{12})\frac{\partial f}{\partial u_{12}}+\theta(u_{13})\frac{\partial f}{\partial u_{13}}=0. \tag{3}$$

L'équation (3) exprime que la formule (1) définit un groupe de transformations à un paramètre et à une coordonnée, quand on y considère u_{13} comme la coordonnée, u_{12} comme un paramètre et u_{23} comme la coordonnée transformée de u_{13}. Cette formule peut donc se ramener par un changement de variables à la forme normale

$$v_{23}=v_{13}-v_{12}. \tag{4}$$

Il suffit de poser à cet effet

$$dv_{ik}=\frac{du_{ik}}{\theta(u_{ik})},$$

et d'y adjoindre la condition initiale $v_{ii}=0$.

L'invariant v_{ik} définit la distance $\overline{P_iP_k}$ à un facteur constant près.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les corps convexes admettant un domaine vectoriel donné.* Note de M. **M. Paul Vincensini**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Étant donné un corps convexe quelconque C de l'espace euclidien E_n, menons, par un point fixe O, des vecteurs équipollents aux vecteurs déterminés par deux points quelconques de C; les extrémités des vecteurs obtenus remplissent une certaine région R de l'espace dite (Rademacher) *domaine vectoriel* de C. R est convexe et admet O pour centre de symétrie. Des relations intéressantes entre un corps convexe et son domaine vectoriel ont été données par différents auteurs, notamment par MM. Rademacher, Estermann et Ganapathi. J'étudie ici le problème suivant : *un corps convexe doué d'un centre de symétrie*, R, *étant donné* a priori, *trouver les corps convexes qui l'admettent pour domaine vectoriel.* C'est le problème des corps d'épaisseur constante lorsque R est une sphère de E_n.

Je me placerai dans le plan; et je supposerai la frontière de R douée d'une tangente continue, la courbure de la frontière ayant en chaque point une valeur finie; mais la construction obtenue s'étend à E_n pourvu que l'on admette la même régularité à la frontière.

2. Considérons deux corps convexes F_1 et F_2 d'un même plan; on sait

qu'ils déterminent une série linéaire de corps convexes, dont les éléments extrêmes sont F_1 et F_2. Si D_1 et D_2 sont deux droites d'appui de F_1 et F_2, parallèles et également situées, chaque corps de la série linéaire précédente est enveloppé par une droite D, parallèle à D_1 et D_2, située entre D_1 et D_2, et telle que le rapport de ses distances à D_1 et D_2 soit un nombre fixe $\lambda(0 \leqq \lambda \leqq +\infty)$. Nous représenterons les différents corps de la série par la notation $S_\lambda(F_1, F_2)$.

Si Γ_1 et Γ_2 sont les domaines vectoriels de F_1 et F_2, on vérifie sans peine que le domaine vectoriel du corps $S_\lambda(F_1, F_2)$ est $S_\lambda(\Gamma_1, \Gamma_2)$.

Nous dirons d'autre part que la série linéaire définie par deux corps convexes quelconques F_1 et F_2 est *prolongeable dans le sens* $F_1 \rightarrow F_2$, s'il existe des corps convexes F_3 tels que l'on ait

$$F_2 = S_\mu(F_1, F_3). \tag{1}$$

Si (1) a lieu quel que soit $\mu(>0)$, nous dirons que la série est *indéfiniment prolongeable* dans le sens $F_1 \rightarrow F_2$. En général une série linéaire est prolongeable dans les deux sens, mais elle ne peut être indéfiniment prolongeable que dans un sens au plus (sauf dans le cas évident où F_1 et F_2 se déduisent l'un de l'autre par translation). Le prolongement indéfini dans le sens $F_1 \rightarrow F_2$ est possible si, en deux points d'appui homologues de F_1 et F_2, la courbure de la frontière de F_1 est *supérieure* à celle de la frontière de F_2. Cette remarque permet de construire des séries linéaires indéfiniment prolongeables.

3. Cela étant, donnons-nous un corps convexe fermé Δ, doué d'un centre de symétrie et dont la frontière admet en chaque point une courbure finie. Les remarques du numéro précédent conduisent à la construction suivante des corps convexes admettant Δ pour domaine vectoriel.

Soit F un corps convexe de forme *arbitraire*, contruisons son domaine vectoriel Φ; en soumettant au besoin F et Φ à une homothétie, nous pouvons supposer, qu'aux points d'appui de deux tangentes parallèles et également situées de Φ et Δ, la courbure de la frontière de Φ est supérieure à celle de Δ.

La série linéaire déterminée par Φ et Δ est indéfiniment prolongeable dans le sens $\Phi \rightarrow \Delta$. Contruisons un corps Γ tel que $\Delta = S_\mu(\Phi, \Gamma)$ $(\mu > 0)$, et prenons l'homothétique C de Γ dans une homothétie de rapport 1/2. Le corps D tel que $D = S_\mu(F, C)$ *admet* Δ *pour domaine vectoriel.*

On constate aisément qu'en faisant varier arbitrairement le corps convexe F qui est à l'origine de la construction précédente, on obtient *tous les corps convexes admettant* Δ *pour domaine vectoriel.*

Si l'on choisit pour F un cercle, on trouve, en particulier, les orbiformes de M. Lebesgue.

Une étude plus détaillée sur les domaines vectoriels des corps convexes paraîtra dans un autre Recueil.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur les surfaces développables inflexionnelles des complexes de droites*. Note de M. **Paul Mentré**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Rappelons d'abord certaines propriétés infinitésimales trouvées par Kœnigs.

Donnons-nous un complexe non spécial et non linéaire Γ, engendré par une droite R qui dépend de trois paramètres p_1, p_2, p_3. Les déplacements infiniment petits sur les développables du complexe satisfont à une équation de Monge $G(dp_1, dp_2, dp_3) = 0$. Les déplacements infiniment petits tels que trois génératrices successives soient situées dans l'un des complexes linéaires tangents satisfont à une équation de Monge

$$M(dp_1, dp_2, dp_3) = 0.$$

L'ensemble des deux équations $G = 0$, $M = 0$, définit quatre familles de développables remarquables. Par chaque génératrice R passent quatre telles développables; le point qui décrit l'arête de rebroussement sur une de ces développables est l'un des quatre foyers inflexionnels, c'est-à-dire l'un des quatre points pour lesquels la droite R est une génératrice d'inflexion du cône du complexe [1].

Nous appellerons *développables inflexionnelles* ces surfaces.

2. Il arrive que l'on puisse découper dans un complexe Γ des congruences exceptionnelles dont les surfaces développables appartiennent à deux des quatre familles de développables inflexionnelles; nous dirons que ces congruences sont inflexionnelles dans le complexe Γ.

Les congruences inflexionnelles sont donc telles que par une génératrice R passent deux développables inflexionnelles; de plus il passe une surface Σ principale dans Γ. Ces congruences sont osculées par un complexe linéaire γ tangent à Γ et stationnaire dans Γ; ce sont en général des congruences W à complexe linéaire osculateur dépendant de deux para-

---

[1] G. Kœnigs, *Thèse*, Paris, 1882, p. 120.

mètres. Lorsque la génératrice R décrit la surface Σ, la congruence linéaire caractéristique de γ admet deux directrices confondues avec la génératrice.

Il convient de remarquer à ce sujet que dans une congruence W, il existe en général ∞^1 surfaces remarquables telles que le complexe linéaire osculateur ait une caractéristique dégénérée. Avec les notations de mon Mémoire sur les congruences W (¹), ces surfaces (qui pourraient s'appeler *surfaces principales*) sont fournies par l'équation différentielle

$$\lambda_1 \omega_1 + \lambda_2 \omega_3 = 0.$$

3. Certains complexes remarquables peuvent se décomposer de six manières différentes en ∞^1 congruences inflexionnelles; ces six manières correspondent aux six différents choix de deux foyers inflexionnels parmi les quatre foyers inflexionnels de Γ. Ces complexes dépendent de six fonctions arbitraires d'un argument et sont précisément ceux qui sont projectivement applicables sur le complexe linéaire.

En transposant l'espace projectif réglé dans l'espace conforme à quatre dimensions, ces complexes se transforment dans les hypersurfaces conformément applicables sur une hypersphère.

Les considérations précédentes permettent ainsi de traduire dans un langage assez simple de beaux théorèmes découverts par M. Cartan sur la déformation conforme (²).

4. Les congruences qui peuvent servir de congruences inflexionnelles d'un complexe projectivement applicable sur un complexe linéaire ne dépendent que de cinq fonctions arbitraires d'un argument.

Lorsqu'une telle congruence cesse d'être une congruence W tout en admettant deux nappes focales, l'une de ces nappes dégénère en une courbe plane tandis que l'autre nappe focale dégénère en un cône, à moins qu'il ne s'agisse d'une congruence linéaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières.*

Note de M. **D. Toïdzé**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soient

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n z^n \tag{1}$$

(¹) Paul Mentré, *Bull. Soc. math. Fr.*, 51, 1923, p. 202-212.

(²) E. Cartan, *Bull. Soc. math. Fr.*, 45, 1917, p. 88-92.

une fonction entière d'ordre fini ρ, $M(r)$ le maximum de $|f(z)|$ et $\mu(r)$ le module maximum des termes du développement (1) pour $|z|=r$. Il est connu que la croissance de $M(r)$ pour $r \to \infty$ est la même que celle de $\mu(r)$ $[\log M(r) : \log \mu(r) \to 1]$ [1].

Envisageons au lieu de la croissance de $M(r)$ celle de $|f(re^{i\varphi})|$ ($\varphi = \text{const.}$) et comparons celle-ci avec la croissance de la fonction $\mu(r, \varphi)$ définie comme il suit. Si l'on considère au lieu de la série (1) une série de polynome $\Delta_k(z)$ formés par les termes consécutifs de (1), alors $\mu(r, \varphi)$ désigne le module maximum des Δ_k pour $z = re^{i\varphi}$. On peut énoncer les résultats suivants, se rapportant à cette question.

1. Supposons que le développement d'une fonction entière d'ordre fini ρ

$$f(z) = \sum_{\mu=0}^{\infty} c_\mu z^{\lambda_\mu} \tag{2}$$

contient des lacunes telles que, pour une certaine suite $\mu = \mu_k$ ($k = 1, 2, \ldots$), on a

$$\lambda_{\mu_{k+1}} > \lambda_{\mu_k}^{1+\vartheta}, \tag{3}$$

ϑ étant une certaine constante positive. Les Δ_k seront ici les polynomes contenus entre deux lacunes consécutives. On peut démontrer que, si l'ordre de la croissance de $|f(re^{i\varphi})|$ pour $r \to \infty$ et $\varphi = \alpha = \text{const.}$ est $< \rho$, alors l'ordre de la croissance de $\mu(r, \alpha)$ sera également $< \rho$. Inversement, supposons que le développement d'une fonction entière (1) est décomposé en polynomes $\Delta_k(z)$ d'une façon arbitraire et admettons que, dans une certaine direction ($\varphi = \alpha$), l'ordre de la croissance de $\mu(r, \varphi)$ est $< \rho$. On peut alors démontrer que la fonction (1) est une somme $f_1(z) + f_2(z)$ de fonctions entières, le développement de $f_1(z)$ contenant des lacunes satisfaisant à la condition (3), tandis que l'ordre de $f_2(z)$ est $< \rho$.

2. Considérons ensuite la fonction entière $f(z)$ du type moyen σ de l'ordre ρ. Supposons que son développement

$$f(z) = \sum_{M=0}^{\infty} c_M z^{\lambda_\mu}, \tag{4}$$

contient des lacunes telles, que pour une certaine suite $\mu = \mu_k$ ($k = 1, 2, \ldots$),

---

[1] G. VALIRON, *Bull. Soc. math. Fr.*, 42, 1914, p. 247-522.

on a

(5) $$\lambda_{\mu_{k+1}} > (1+\vartheta)\,\lambda_{\mu_k},$$

ϑ étant une certaine constante positive. Prenons pour $\Delta_k(z)$ les polynomes contenus entre deux lacunes consécutives. On peut démontrer que, si la croissance de $|f(re^{i\varphi})|$ (pour $\varphi=\alpha=\text{const.}$) est au plus du type $<\sigma$ de de l'ordre ρ, alors la croissance de $\mu(r, \alpha)$ sera également au plus du type $<\sigma$ de l'ordre ρ. Posons comme au n° 1, la question inverse. Décomposons le développement d'une fonction $f(z)$ entière du type moyen σ de l'ordre ρ en polynomes $\Delta_k(z)$ d'une façon arbitraire. Admettons que dans une certaine direction ($\varphi=\alpha$) la croissance de $\mu(r, \varphi)$ est au plus du type $<\sigma$ de l'ordre ρ. On arrive alors à la conclusion que la fonction $f(z)$ est la somme $f_1(z)+f_2(z)$ de fonctions entières, le développement de $f_1(z)$ contenant des lacunes satisfaisant à la condition (5), tandis que la croissance de $f_2(z)$ est au plus du type $<\sigma$ de l'ordre ρ.

3. Considérons une fonction entière du type moyen σ de l'ordre $\rho=1$,

(6) $$f(z)=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{a_n}{n!}z^n,$$

et admettons que les séries (6) et $\Sigma a_n z^n$ sont décomposées d'une façon arbitraire (mais de la même façon pour les deux séries) en polynomes. On peut démontrer : pour que la série de polynomes qui provient de $\Sigma a_n z_n$ soit convergente au voisinage de $1/\sigma e^{i\alpha}$, il faut et il suffit que la croissance de $\pi(\tau, \alpha)$ [pour $f(z)$] soit au plus du type $<\sigma$ de l'ordre $\rho=1$. En combinant cette proposition avec les résultats du n° 2 (pour $\rho=1$) on obtient deux théorèmes de M. Ostrowski sur l'ultraconvergence [1].

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Représentation d'un groupe d'opérateurs dans l'espace de Hilbert.* Note de M. **Lucien Chadenson**, présentée par M. Jacques Hadamard.

On sait que la représentation en série de fonctions orthogonales, des fonctions de carrés sommables définies sur un intervalle donné, conduit à l'utilisation de séries convergeant en moyenne vers les fonctions et qui, en outre, sont presque partout sommables (C, o) au sens de Cesaro.

---

(1) Ostrowski, *Sitzungsber. der preuss. Akad. d. Wiss.*, 24, 1921, p. 557-65; 21, 1923, p. 185.

Depuis Fejer, on sait l'importance des représentations en série de fonctions orthogonales divergentes, mais sommables (C, 1).

La présente Note expose certains résultats relatifs à la généralisation de cet emploi de séries en fonctions orthogonales divergentes, mais sommables (C, δ) au sens de Cesaro et l'aide que l'analyse peut en tirer.

Nous limitant pour l'exposition au cas de fonction de carrés sommables d'une variable définie sur un intervalle fini, nous basons l'extension sur un théorème dit des produits de sommabilité. Considérant les représentations d'une fonction de carré sommable et d'un noyau de carré sommable respectivement par une série simple sommable (C, α) et une série double (réduite à la forme diagonale ou non) sommable (C, δ)

$$f(t) \sim n\sum_1^\infty \alpha_n \varphi_n(t), \qquad \mathrm{K}(s,\, t) \sim i\sum_1^\infty j\sum_1^\infty \frac{\varphi_i(s)\,\psi_j(t)}{\psi_{ij}},$$

la suite d'opérations

$$g_n(t) = \int \mathrm{K}_n(s,\, t)\, f_n(t)\, dt$$

définit, par une opération limite, une fonction $g(s)$ de carré sommable

$$g(s) = \int \mathrm{K}(s,\, t)\, f(t)\, dt$$

qui sera représentée par une série sommable (C, $\alpha+\delta-1$).

Ce théorème admet également des réciproques permettant de définir la sommabilité du noyau à partir de la sommabilité des séries de $f(t)$ et $g(s)$.

A ce théorème essentiel, on adjoint celui relatif à l'inversion. Un noyau représenté par une série sommable (C, α) admet toujours un noyau inverse représenté par une série sommable (C, $2-\alpha$).

Dès lors, l'inversion d'un noyau sommable (C, 0) donne un noyau sommable (C, 2) et ce noyau est applicable à toute fonction de carré sommable, sans qu'il soit nécessaire de considérer une condition de Picard restreignant une inversion qui existe toujours.

On est amené, par exemple, à définir l'opérateur intégration qui, en utilisant le système orthogonal de Fourier, a un noyau sommable (C, 0)

$$\mathrm{K}(st) \sim \frac{1}{\pi}\sum_1^\infty \frac{\sin n(s-t) - 2(-1)^n \sin ns}{n}.$$

La considération de l'opération inverse permet de définir complètement,

à partir de la seule définition de l'intégrale de Lebesgue, la dérivation

$$f'(s) = \int_{-\pi}^{+\pi} \frac{1}{\pi} \sum_{1}^{\infty} n \sin n(s-t) f(r)\, dr.$$

Par cette voie, toute fonction de carré sommable admet presque partout une fonction dérivée. Il convient de rapprocher ce résultat du fait que la sommabilité (C, δ) pour $\delta > 0$ d'une série de Fourier en un point est un phénomène local, alors que pour $\delta < 0$ la sommabilité dépend de la manière dont se comporte la fonction dans tout l'intervalle.

Il convient encore de remarquer que l'opération dérivation écrite ci-dessus donne $f'(s)$ en série sommable (C, 1) mais qu'à l'aide du noyau transformé —(C, 1) de $1/\pi \sum_{1}^{\infty} n \sin n(s-t)$, soit

$$f'(s) = \int_{-\pi}^{+\pi} \left[\frac{\frac{1}{2} \sin n(s-t) - \frac{1}{n} \sin^2 n \frac{s-t}{2} \operatorname{cotg}(s-t)}{\sin^2 \frac{s-t}{2}} \right] f(t)\, dt,$$

on obtient directement $f'(s)$ en série sommable (C, 0).

Parmi les très nombreuses applications de ce symbolisme, il est curieux de noter qu'il permet de résoudre une difficulté mathématique sérieuse soulevée par M. Dirac (*Quantum Mechanics*, p. 64-66), relative à l'existence d'une fonction $\delta(x)$ vérifiant un certain nombre de relations qui paraissaient imcompatibles. Conservant toujours, pour l'exposition, l'espace fonctionnel défini plus haut, la fonction $\delta(s-t)$ correspond simplement au noyau de l'opération identité : $\sum_{1}^{\infty} \cos n(s-t)$, qui vérifie bien

$$\delta(s-t=0, \qquad \int_{-\pi}^{+\pi} f(s)\, \delta(s-t)\, ds = f(t),$$

$$\int_{-\pi}^{+\pi} \delta(s-t)\, dt\, \delta(t-n) = \delta(s-n), \qquad \int_{-\pi}^{+\pi} \delta(s-t)\, dt + 1,$$

donne le noyau de l'opérateur dérivation

$$\delta'(s-t) = \sum_{1}^{n} n \sin(s-t),$$

et d'une façon générale correspond exactement par son sens profond à l'opé-

ration symbolique voulue par l'auteur (écrite pour un intervalle infini).

Ce symbolisme permet également de donner une représentation claire et utile au groupe des transformations linéaires intégrales.

Il permet enfin d'obtenir un mode de calcul numérique avec définition de l'approximation pour les principales opérations analytiques.

Son extension aux espaces plus complexes [plusieurs fonctions de carrés sommables à une variable, fonctions de plusieurs variables définies sur des intervalles finis, fonctions de moyennes carrés sommables définis sur un intervalle infini (1)] apporte une aide considérable pour l'obtention de certains résultats théoriques nouveaux et une généralisation et une puissance nouvelle à la méthode d'approximation de Ritz.

MÉCANIQUE PHYSIQUE ET EXPÉRIMENTALE. — *Application de la photoélasticité à l'étude des percussions.* Note de M. **Jean Thouvenin**, présentée par M. Charles Fabry.

La photoélasticimétrie peut donner de précieuses indications dans le cas de modèles soumis à des efforts très rapidement variables, tels que ceux produits dans les chocs. Peu de travaux, semble-t-il, ont été publiés à ce sujet (2).

J'ai réalisé un dispositif permettant de saisir l'aspect d'ensemble d'une plaque transparente à des intervalles de temps très rapprochés (1/4000 de seconde). J'ai adopté le montage par réflexion (3). La lumière rencontre successivement : un polariseur circulaire, le modèle à étudier placé contre un miroir concave de un mètre de rayon, ensuite un analyseur circulaire, puis un objectif qui forme sur le film l'image du modèle. Le film, lui-même, est porté par un tambour animé d'un mouvement de rotation uniforme.

La source lumineuse est un éclateur à boules de zinc; la série d'étincelles, à la cadence d'environ 4000 par seconde, est fournie par l'ultra-cinéma Séguin-Labarthe déjà décrit (4); il a pour principe la charge et la décharge d'un condensateur de $0^{\mu F},16$, en relation, par un inverseur tournant, avec un

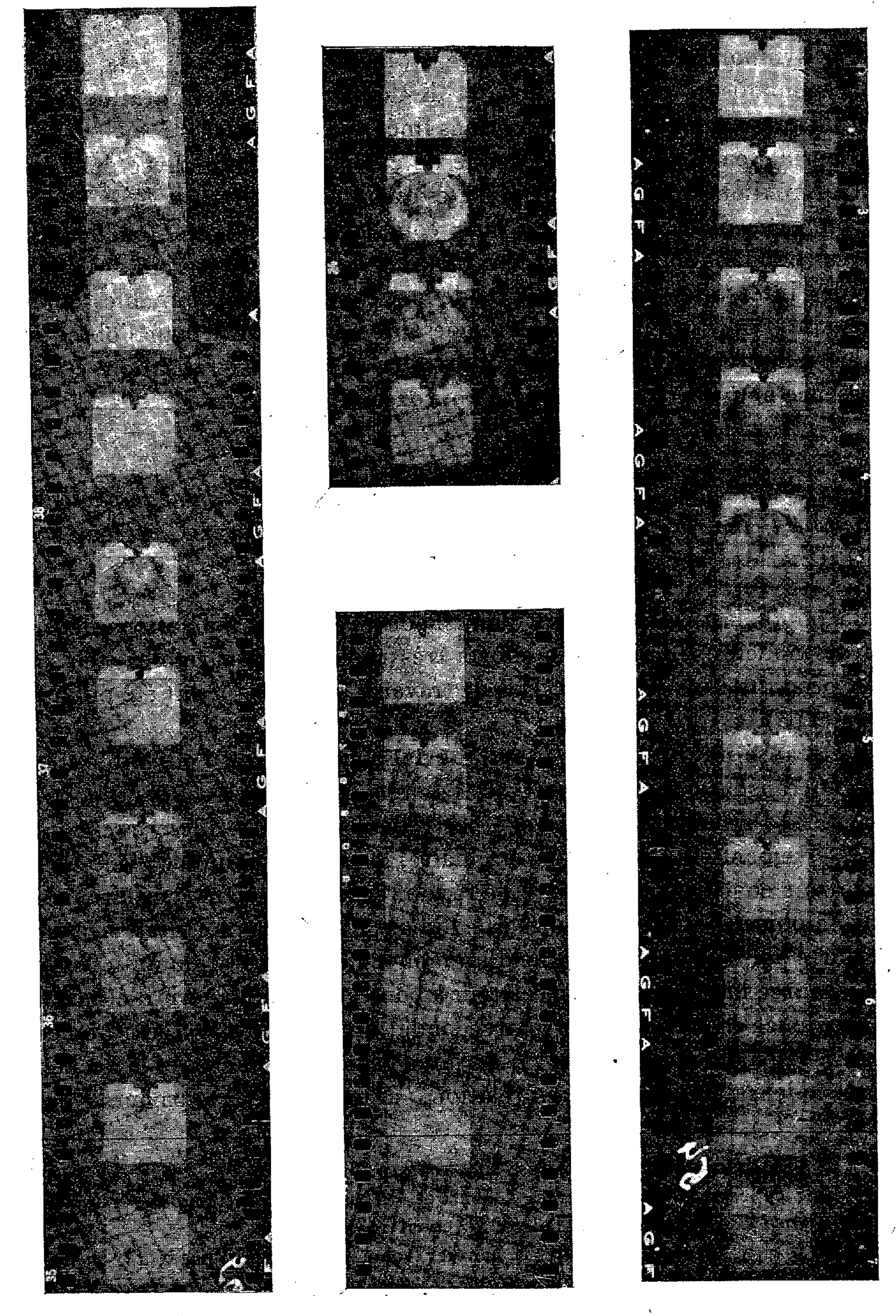
---

(1) L. Chadenson, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 322.

(2) Voir cependant, entre autres, Z. Tuzi et M. Nisida, *Scientific papers Institute of Phys. and Chem. Research*, Tokyo, 26, avril 1935, p. 277.

(3) M. Tardy, *Revue d'optique*, 8, janvier 1929, p. 59; M. Villey, *IVe réunion Institut d'optique*, 1930; *Revue d'optique*, 9, 1930, p. 83.

(4) MM. L. et A. Seguin et A. Labarthe, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 19.



Film nº 1. Films nºs 2 et 3. Film nº 4.

condensateur de $8^{\mu f}$ chargé à 8000 volts. Chaque étincelle, entre les boules de zinc, a une durée de l'ordre d'un millionième de seconde; elle est riche en lumière bleue, et l'emploi d'un film sensible surtout aux radiations bleues permet de supprimer l'écran coloré dans les expériences où l'on ne désire pas une grande finesse.

J'ai entrepris l'étude d'une plaque de verre ($120 \times 80 \times 6^{mm}$) soumise à un choc par transmission. Elle repose uniformément par sa tranche; le poids tombe sur un couteau dont la partie étroite a 3^{mm} de large; l'effort est produit au milieu du bord supérieur de la lame.

Les résultats de l'étude théorique et expérimentale seront donnés ultérieurement.

Les quatre films ci-contre illustrent la méthode. Les franges noires sont les lignes isochromatiques correspondant à un retard total (double traversée de la lame) de $(2K+1)\lambda/2$, les nicols étant *parallèles*. L'inverseur produit quelques irrégularités; la mesure des temps se fait directement sur le film qui marche à une vitesse de 65^{m} par seconde. Le haut de chaque figure correspond au début du choc.

Il est intéressant de remarquer l'existence de chocs multiples dans le film n° 1. Dans les films 1 et 3, on peut aussi constater la dissymétrie qui existe dans l'évolution des franges pendant le choc.

Film n° 1. — Le poids de 835^{g} tombe directement sur le couteau d'acier d'une hauteur de 33^{cm}.

Film n° 2 (en haut). — Le poids de 835^{g} tombe directement sur le couteau en acier d'une hauteur de 33^{cm}. Le bas du modèle repose sur de l'acier par l'intermédiaire d'un carton très mince.

Film n° 3 (en bas). — Le poids de 250^{g} qui tombe de 70^{cm} frappe le couteau par l'intermédiaire d'une épaisseur de 2^{cm} de fibre.

Film n° 4. — Le poids de 835^{g} qui tombe de 116^{cm} frappe le couteau par l'intermédiaire d'une épaisseur de 2^{cm} de fibre et de 1^{cm} de caoutchouc mousse.

Dans les films 1, 3 et 4, le bas du modèle repose sur 2^{mm} de plomb par l'intermédiaire de $1^{mm},5$ de carton. Une très faible épaisseur de carton est placée entre le couteau et le verre. La planche est à l'échelle 34/35.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur l'écoulement dans la masse d'un fluide autour d'un obstacle en forme de maison reposant sur un sol.* Note (¹) de MM. **E. Barrillon** et **Ch. Chartier**, présentée par M. Henri Villat.

Nous avons appliqué la chronophotographie stéréoscopique (²) et la cinématographie à l'étude des champs de vitesses dans l'écoulement d'un fluide autour d'un obstacle ayant la forme d'une maison, reposant successivement sur un sol lisse, puis sur un sol rugueux.

Dans l'écoulement il y a quatre zones principales à considérer : la zone d'écoulement général, une zone d'eau morte amont, une zone d'eau morte sur la pente amont du toit et une zone d'eau morte aval. Ces trois zones d'eau morte oscillent constamment et réagissent l'une sur l'autre. L'amplitude de chaque oscillation dépend à un instant donné de la vitesse W du courant général.

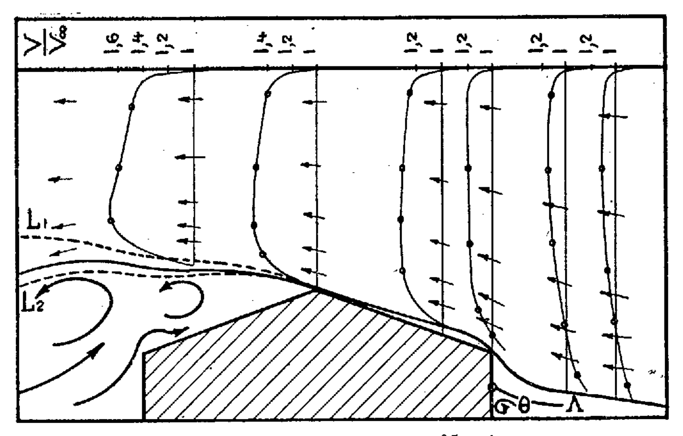


Fig. 1. — Sol lisse W = 0,35 m/s.
On a porté en profil les excès de la vitesse observée sur la vitesse à l'∞, amont.

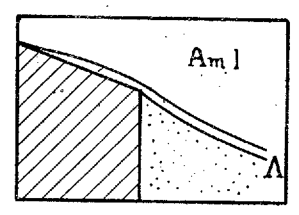
Écoulement général. — L'écoulement général est sensiblement plan. L'influence de l'obstacle de longueur l se fait sentir au-dessus, dans tout le canal, et en amont à une distance variant de $0,5\,l$ à $1,5\,l$ quand W passe de 35 à 200 cm/s. On notera (*fig.* 1) que la vitesse sur les lignes de cou-

(¹) Séance du 21 octobre 1935.

(²) Cf. Ch. Chartier, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1642; A. Foch et Ch. Chartier, *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1178.

rant voisines du sol en amont de l'obstacle est nettement inférieure à W et qu'elle rattrape, puis dépasse celle-ci à partir de la crête du toit.

Oscillation de la zone d'eau morte. Amont. — On observe deux régimes : Am. I et Am. II (*fig.* 2).



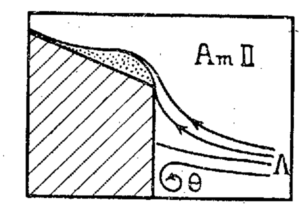


Fig. 2. — Oscillation amont.

Le régime Am. II comporte un point d'arrêt sur la face amont de la maison. Au-dessous de la ligne à point d'arrêt Λ, se trouve une zone tourbillonnaire Θ. Au-dessus, l'écoulement suit la face amont de l'obstacle et passe la pente amont du toit en décollant, d'où création d'une zone d'eau morte sur cette pente.

Dans le régime Am. I, la ligne Λ se trouve sur le bord inférieur du toit. Au-dessous se trouve une zone d'eau morte à très faible tourbillonnement. Au-dessus l'écoulement longe la pente amont du toit.

Le passage du régime Am. I, au régime Am. II s'effectue de la façon suivante : l'écoulement général entraînant peu à peu l'eau morte, la ligne Λ se creuse de plus en plus jusqu'au moment où la courbure est telle que le courant suivant Λ ne peut plus suivre le toit. Le point d'arrêt saute du bord du toit à un point de la face avant provoquant une ligne de séparation des eaux, au-dessous de laquelle se forme le tourbillon Θ. Inversement pour le passage du régime Am. II au régime Am. I, le tourbillon une fois formé, augmente de volume en refoulant vers le haut la ligne Λ jusqu'à ce que le point d'arrêt arrive à la base inférieure du toit, tandis que la vitesse de rotation diminue, puis s'annule. A l'intérieur du tourbillon Θ, un écoulement de direction perpendiculaire au plan de l'écoulement général se produit et sort en jet le long de chacune des parois latérales dans les couches limites.

Oscillation de la zone d'eau morte. Aval. — A l'aval (*fig.* 3) la ligne L limitant le sillage oscille entre deux positions extrêmes L_1 et L_2 de sorte qu'il existe trois régions : une au-dessus de L_1 où règne constamment le mouvement général, une au-dessous de L_2 continuellement en eau morte et une entre L_1 et L_2 ou existe tantôt le mouvement général, tantôt l'eau morte.

L'oscillation se produit de la façon suivante : l'énergie que transmet par frottement le courant général à l'eau morte se retrouve dans les tourbillons de cette dernière sous forme d'énergie de rotation et de translation (*fig.* 3 *a*).

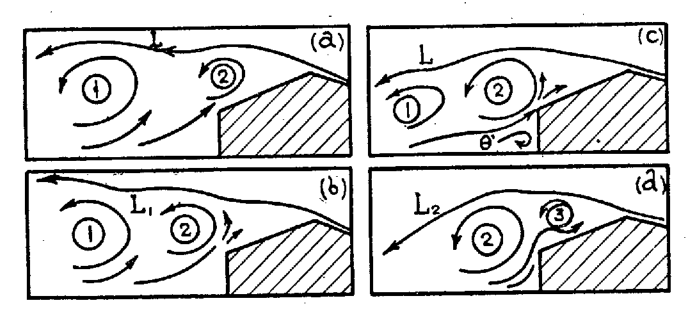


Fig. 3. — Oscillation aval.

En même temps qu'ils se transfèrent, ces tourbillons entraînent de plus en plus de matière dans leur rotation jusqu'à l'amplitude maximum L_1 (*fig.* 3 *b*). Le grossissement du tourbillon est accompagné d'une diminution de vitesse angulaire, jusqu'au moment où le tourbillon est entraîné par le courant général (*fig.* 3 *c*). Comme l'existence des tourbillons est corrélative dans la région voisine du sol d'un courant dirigé *vers* l'obstacle, on observe sur la face aval de ce dernier les mêmes phénomènes qu'à l'amont (oscillation avec tourbillon Θ, en bas de la maison; oscillation avec décollement sur la pente). Enfin l'amplitude de l'oscillation devient minimum L_2 (*fig.* 3 *d*), avec formation d'un nouveau tourbillon.

Dans ces zones d'eau morte, l'écoulement n'est pas plan, les frottements des différentes nappes d'eau n'étant pas les mêmes partout.

AVIATION. — *Sur un nouveau type de moteur d'aviation.* Note de MM. **F. Rochefort** et **Jean Villey**, présentée par M. Albert Caquot.

L'un de nous a imaginé et mis au point un procédé d'alimentation, avec pulvérisation du combustible liquide au cours de transvasements gazeux entre les cylindres ([1]), qui réalise, avec le gasoil, des mélanges assez homogènes pour assurer le fonctionnement correct, par allumage électrique haute tension, des moteurs à explosion.

([1]) Cf. Rochefort, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 638.

Le procédé a été appliqué avec plein succès sur un moteur d'aviation de 200 chevaux à six cylindres, de caractéristiques courantes actuelles (1). On a obtenu des fonctionnements corrects au gasoil, avec une perte de puissance inférieure à 10 pour 100 par rapport à l'emploi des meilleures essences d'aviation.

Il est à noter que cette réduction de puissance correspondait à une réalisation imparfaite. Le travail dissipé dans les transvasements (2) peut en effet être, pour une bonne part, compensé par l'amélioration de rendement liée à la répartition très correcte du combustible entre les cylindres due aux transvasements mêmes.

Le stade ainsi atteint peut se caractériser ainsi : on supprime, comme avec les moteurs Diesel, les dangers d'incendie, tout en conservant les qualités exceptionnelles de souplesse (dues au mélange homogène avant allumage) et de sécurité mécanique (dues aux pressions peu élevées) des moteurs à explosion, et en gardant le bénéfice du haut degré de perfection où les ont amenés les efforts de milliers d'ingénieurs depuis cinquante ans.

On a constaté de plus la possibilité d'utiliser, sans modifier en rien les organes du moteur, des combustibles très variés (gasoil, pétrole, essence, benzol, alcool, etc.) en intervenant seulement sur le réglage des manettes d'admission. L'allumage par étincelle permet même l'emploi de combustibles très réfractaires à la détonation (huiles lourdes de houille), qui ne s'allument pas correctement dans les Diesel normaux.

Le Diesel, s'il ne peut prétendre à la souplesse des moteurs à explosion, à cause des difficultés que comportent la mise en contact instantanée et la combustion correcte du combustible et de l'oxygène, garde néanmoins sur eux l'avantage d'une consommation plus faible liée aux valeurs élevées de son coefficient volumétrique de compression.

Mais le nouveau procédé permet d'aborder un second stade d'application où il peut prétendre à concurrencer le Diesel même à ce point de vue, en élevant le rendement du cycle à explosion par l'emploi de la détente prolongée.

L'injection du combustible à l'intérieur des cylindres autorise en effet le fonctionnement à deux temps, pratiquement inapplicable dans les moteurs à explosion ordinaires à carburateur sur l'admission. Multipliant ainsi par deux le nombre des cycles moteurs, on peut se contenter pour chacun

(1) Cf. ROCHEFORT, *La Science aérienne*, 3, 1934, p. 411.
(2) Cf. AUCLAIR et VILLEY, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 699.

d'eux d'une masse d'air plus faible, correspondant par exemple à la moitié seulement de la course, de façon à pouvoir réaliser une détente motrice double de la course de compression : on sait qu'elle élève de façon très notable le rendement thermique.

Les caractéristiques essentielles auxquelles on aboutit ainsi sont les suivantes :

1° disposition à deux pistons opposés, très favorable (balayage équicourant, avec sections très larges) pour le fonctionnement à deux temps, et qui permet de maintenir, même aux régimes de rotation très rapides, la vitesse linéaire des pistons au-dessous de la vitesse de propagation de la déflagration.

2° fourreau de distribution, qui ouvre, dans la course de compression, des orifices de refoulement vers un collecteur d'air équilibreur communiquant avec l'atmosphère, et les referme pendant la détente motrice. Ce fourreau mobile unique peut assurer toutes les opérations de distribution, y compris celles relatives à l'injection et aux transvasements de pulvérisation, avec beaucoup plus de sécurité aux régimes très rapides, grâce à sa commande entièrement positive, que les soupapes à ressorts.

3° possibilité d'obturer à volonté, partiellement ou totalement, la communication du collecteur d'air équilibreur avec l'atmosphère, pour obtenir, en altitude (ou même exceptionnellement au sol avec des combustibles très réfractaires à la détonation) la surpuissance correspondant au remplissage total du cylindre.

4° perfectionnement qui substitue, à l'injection discontinue du combustible liquide directement dans chaque cylindre, une introduction continue à faible pression dans le collecteur d'injection, où une émulsion très riche est réalisée et maintenue en circulation permanente, dans un circuit fermé sur lequel les injecteurs aux cylindres sont montés en dérivation.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la difficulté concernant l'existence de l'énergie infinie du rayonnement au zéro absolu dans l'électrodynamique quantique.* Note de M. **Bernard Kwal**, présentée par M. Louis de Broglie.

La difficulté, bien connue, que l'on rencontre dans la théorie quantique du champ électrodynamique [1], et qui est relative à l'existence de

(1) W. Heisenberg et W. Pauli, *Z. f. Physik*, 56, 1929, p. 1.

l'énergie infinie du champ en l'absence des photons, n'a pu être levée jusqu'ici que grâce à des artifices formels [1], affectant profondément la simplicité et la beauté de la théorie.

Il semble d'ailleurs que le formalisme mathématique de l'électrodynamique classique, qui sert de base au schéma quantique, n'a rien à faire dans la question, puisque le même cas se présente dans l'électrodynamique nouvelle de Born et Infeld, comme nous l'avons montré récemment [2].

Ainsi avons-nous été conduit à penser que le terme infini s'introduit par un autre biais, à savoir lors de la transformation canonique qui fait correspondre aux amplitudes de champ le nombre de photons contenus dans le champ. En effet cette transformation

$$(1) \qquad c = N^{\frac{1}{2}} e^{i\frac{\theta}{h}}, \qquad c^{*} = e^{-i\frac{\theta}{h}} N^{\frac{1}{2}}$$

manque de symétrie, puisqu'elle donne lieu aux relations suivantes :

$$(2) \qquad cc^{*} = N, \qquad c^{*}c = N + 1.$$

Comme, d'autre part, on symétrise la formule donnant l'énergie du champ, de manière à la représenter en fonction de l'expression suivante :

$$(3) \qquad \Sigma \frac{1}{2} h\nu (cc^{*} + c^{*}c),$$

il s'introduit, du chef de la transformation (1), un terme infini $\Sigma\, 1/2\, h\nu$.

Afin d'éviter cette difficulté nous proposons de remplacer la transformation canonique (1) par une autre plus symétrique

$$(4) \qquad \begin{cases} C = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\left(N^{\frac{1}{2}} e^{i\frac{\theta}{h}} + i e^{i\frac{\theta}{h}} N^{\frac{1}{2}}\right), \\ C^{*} = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\left(e^{-i\frac{\theta}{h}} N^{\frac{1}{2}} - i N^{\frac{1}{2}} e^{-i\frac{\theta}{h}}\right), \end{cases}$$

qui jouit des propriétés suivantes :

$$(5) \qquad CC^{*} = N - \frac{1}{2}, \qquad C^{*}C = N + \frac{1}{2},$$

$$(6) \qquad CC^{*} - C^{*}C = -1, \qquad \frac{1}{2}(CC^{*} + C^{*}C) = N.$$

La difficulté précitée disparaît ainsi en vertu de la transformation (4)

---

(1) L. ROSENFELD et J. SOLOMON, *J. de Physique*, 2, 1931, p. 139.

(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1656.

dans toute théorie quantique où le produit classique du type AB est remplacé par l'expression symétrique $1/2(AB + BA)$.

Enfin, il est peut-être opportun de remarquer, à propos des formules (5), qu'elles font apparaître des demi-photons, circonstance qui doit avoir des raisons plus profondes, qui pourraient ne pas être étrangères à la conception du neutrino ([1]).

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *Mesures d'effet Paschen-Back avec l'électroaimant de Bellevue muni de bobines supplémentaires.* Note de MM. **Pierre Jacquinot** et **Tsaï Belling**, présentée par M. Aimé Cotton.

Les bobines supplémentaires rondes destinées à accroître le champ du gros électroaimant de l'Académie des Sciences ont été montées de façon à pouvoir y introduire commodément une source spectrale, et nous les avons utilisées pour étudier l'effet Paschen-Back des raies jaunes du mercure au moyen du tube excité en haute fréquence déjà utilisé par l'un de nous.

Ces bobines devant être décrites plus longuement ailleurs nous donnerons seulement ici leurs principales caractéristiques : 12 galettes plates de 11,5 spires chacune, en tube de cuivre rouge à section carrée de 5×5^{mm}, et parcourues par un courant d'eau constituent l'enroulement. Dans le cas actuel elles sont groupées en deux blocs maintenus par des flasques de duralumin; l'entreflasque permettant le passage du tube et de la lumière est de 12^{mm}; les deux groupes sont enfilés sur les parties cylindriques qui ont 6^{cm} de diamètre, des pièces polaires qu'on a fait sortir à cet effet de 7^{cm} du noyau de l'électroaimant : les pièces sont terminées par des facettes de 5^{mm} de diamètre distantes de 12^{mm}. Le courant est de 4000 ampères et la puissance absorbée est de 1300 kilowatts : le refroidissement nécessite un débit d'eau de 6 litres à la seconde et l'élévation de température est de 50° : le champ, mesuré au fluxmètre est de 65800 gauss.

Les raies ont été photographiées avec le grand réseau concave installé en montage Eagle sous l'électroaimant. Le spectrographe a été rendu stigmatique au moyen d'une lentille cylindrique : on peut ainsi photographier une certaine longueur du tube placé dans un champ non uniforme et la forme des raies reproduit les variations de longueur d'onde en fonction du

---

([1]) Louis de Broglie, *Une nouvelle conception de la lumière*, Paris, 1934; E. Fermi, *Il nuovo Cimento*, 11, 1934, p. 1.

champ; ce procédé a l'avantage de ne pas nécessiter l'uniformité du champ et de rendre plus facilement visibles sur le cliché les dyssymétries et les déplacements.

Les deux raies 5789-90 et 5770 ont ainsi pu être photographiées plusieurs fois en quelques minutes seulement : les raies sont fines et se prêtent à de bons pointés. Les résultats prolongent et corroborent les mesures déjà faites par l'un de nous.

La raie 5789-90 présente un effet Paschen-Back considérable : pour 5790 le déplacement de la composante centrale est presque de 0,2 Å et le dédoublement de la composante violette atteint 0,29 Å; la composante la plus intense de 5789 est dédoublée en deux raies différemment polarisées dont la distance est de 0,13 Å.

La figure obtenue concorde assez bien avec celle que l'on peut calculer par une résolution *complète* de l'équation séculaire donnée par Houston, en prenant $X = -1/2$; il reste néanmoins une différence certaine avec ce calcul, en particulier les niveaux $+2$ et -2 de $^1D_2$ présentent une légère dyssymétrie non indiquée par l'équation et les écarts sont inférieurs à ceux que fournit le calcul.

Quant à la raie 5770, elle présente, elle aussi, des dyssymétries : les écarts, mesurés en cm^{-1}, sont

$$-3,77 \quad -3,45 \quad -0,31 \quad 0 \quad +0,29 \quad +3,40 \quad +3,68.$$

Ici la comparaison avec les calculs se montre beaucoup plus difficile : l'ordre de grandeur des *dyssymétries* est bien celui que donne le calcul conduit avec $X = -5$. (Cette valeur $X = -5$ est celle qu'il faut employer pour retrouver la position sans champ du niveau $^3D_2$, alors qu'il faut prendre $X = -1/2$ pour retrouver celle de $^1D_2$: c'est cette différence qui est la difficulté fondamentale de la théorie de Houston dans le cas présent.) L'emploi de $X = -1/2$ conduirait à un effet Paschen-Back très grand; mais les valeurs absolues des écarts mesurés ici sont en contradiction formelle avec les écarts calculés avec $X = -5$. Il ne faut d'ailleurs pas s'étonner de l'échec dans le calcul d'une décomposition magnétique, d'une théorie qui ne donne pas, dans ce cas particulier, la position des niveaux sans champ.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la température critique de dissolution des huiles minérales.* Note de MM. **E. Vellinger** et **J. D. Herrenschmidt**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Nous avons cherché à utiliser la détermination de la température critique de dissolution (T. C. D.), appliquée précédemment par Chavannes et Simon (¹) à l'analyse des essences, pour caractériser le raffinage des huiles minérales et leur altération (²). Nous avons utilisé comme solvant de l'acétone mélangé à de l'acétate d'amyle dans la proportion de 9 à 1.

La température de trouble du mélange à 50 pour 100 de solvant et d'huiles minérales est une fonction linéaire de la proportion d'acétate d'amyle (voir *fig.* 2).

La T. C. D. des huiles d'origines diverses ayant subi le même traitement peut varier, mais dans les limites assez étroites. Dans l'exemple de la figure IV concernant des huiles suraffinées, les échantillons d'huiles se classent de la manière suivante : Pensylvanie (P_3), Russie (R_3), Vénézuéla (A_3), Texas (T_3). En réalité les échantillons de Pensylvanie et de Russie ont des valeurs très voisines. L'influence de l'origine semble néanmoins négligeable par rapport à celle due au traitement qu'ont subi ces huiles. Le raffinage par l'acide sulfurique détermine une élévation considérable de la T. C. D. La figure V montre cette influence sur trois échantillons d'huiles de même origine (A_3 surraffinée, A_2 moyennement raffinée et A_1 peu raffinée). Si l'on porte la T. C. D. en fonction de la quantité d'acide sulfurique utilisée pour le raffinage (distillat brut de Colombie). On constate que la courbe ainsi obtenue présente un palier lorsque la quantité d'acide atteint une certaine valeur (*fig.* III). Un phénomène tout à fait analogue se retrouve lors du traitement par les terres décolorantes.

L'oxydation des huiles en service ou pendant l'altération artificielle se traduit par une chute de la T. C. D. Cependant il convient de tenir compte du mode d'altération et de la nature de l'huile. C'est ainsi que, dans les transformateurs où l'altération se fait à une température modérée, les huiles surraffinées présentent seules un abaissement notable de la T. C. D.

(¹) G. Chavannes et L. J. Simon, *Comptes rendus*, 168, 1919, p. 1111.

(²) Des essais de solubilité ont été faits par E. Masson, à la suite desquels ces expériences ont été entreprises (*Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques à Haute Tension*, Session 1935, Rapport n° 130).

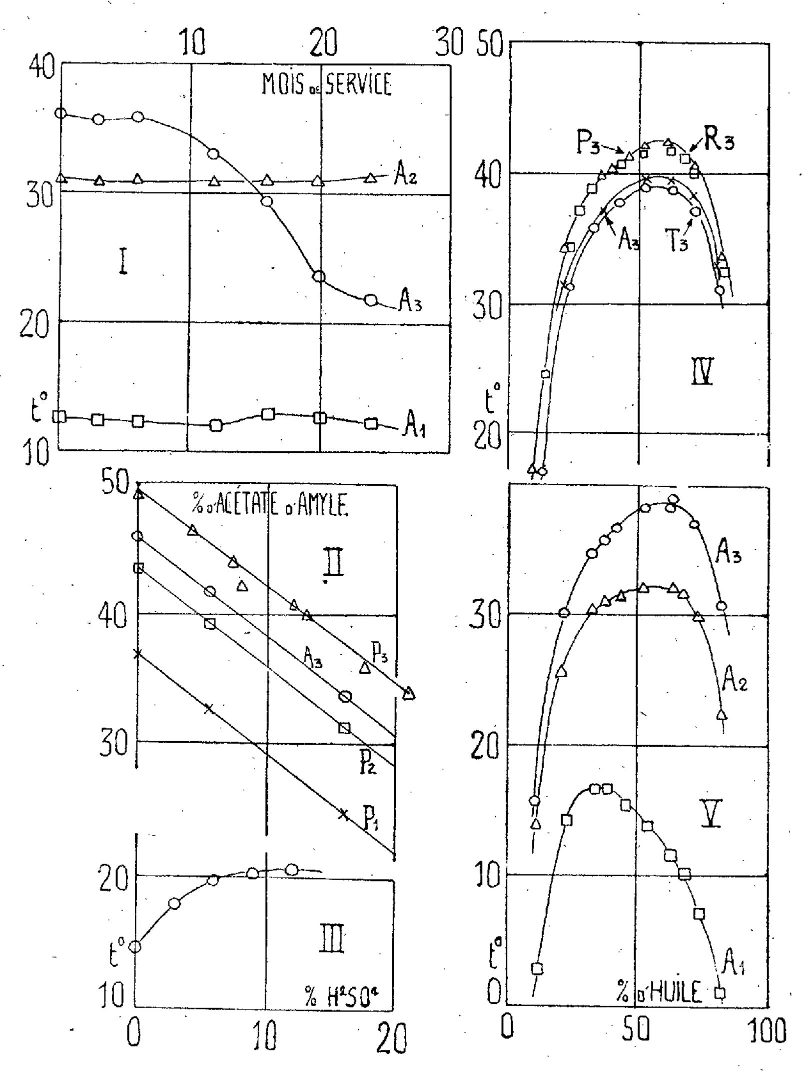


Fig. I. — Température de trouble du mélange à 50 pour 100 de solvant mixte et d'huile minérale en fonction du temps de service (A surraffinée, A_2 moyennement raffinée et A_1 peu raffinée).

Fig. II. — Température de trouble du mélange à 50 pour 100 de solvant mixte et d'huile minérale en fonction de la proportion d'acétate d'amyle.

Fig. III. — Température de trouble des échantillons d'huiles raffinées avec des quantités variables d'acide sulfurique (distillat brut de Colombie.)

Fig. IV. — T. C. D. de quatre huiles surraffinées (P_3 Pensylvanie, R_2 Russie, A_3 Vénézuéla et T_3 Texas).

Fig. V. — T. C. D. de trois huiles neuves (A_3 surraffinée, A_2 moyennement raffinée, A_1 peu raffinée).

(voir A_3 dans la *fig.* 1) alors que les huiles peu ou moyennement raffinées (A_1 et A_2) n'en présentent aucun. G. Muller (¹) a montré que le volume d'oxygène absorbé par l'huile A_3 maintenue à 110° est de trente fois plus grand que celui absorbé par les huiles A_1 et A_2. On peut donc rapprocher l'abaissement de la T. C. D. du degré d'oxydation de ces huiles. Les huiles de graissage pour moteurs à combustion présentent toujours un abaissement de la T. C. D. déjà après 50 heures de service.

On pourrait donc envisager l'emploi de la T. C. D. pour le contrôle du raffinage des huiles. Cette grandeur intéressant plus spécialement la nature du substratum des huiles compléterait l'indication donnée par la mesure de la tension interfaciale, qui elle, touche les impuretés actives. Elle permettrait également de suivre l'altération des huiles en service.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Quelques dérivés fournis par action, sur le cholestérol, du phosgène, des chloroformiates et carbonate de méthyle chlorés.* Note de MM. **André Kling** et **Maurice Rouilly** (²), présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'un de nous (³) a montré le rôle important que, dans la production des accidents pulmonaires consécutifs aux inhalations des *gaz suffocants*, jouait la transformation du cholestérol hydrophile des graisses en dérivés dépourvus d'hydrophilie. La présente Note fournit quelques données relatives à certains de ces derniers dérivés.

La préparation de chacun d'eux a été effectuée comme suit : la solution chloroformique de cholestérol a été soumise, à chaud, à l'action d'un excès de l'agent actif; après réaction, on a ajouté de l'alcool destiné à détruire la fraction de réactif non entrée en réaction; puis on a concentré au bain-marie le mélange; on l'a laissé refroidir et on l'a enfin additionné d'alcool étendu (à 40° ou 50°). Cette addition a déterminé la précipitation d'une masse pâteuse, ne manifestant aucune tendance à la cristallisation et qui, lorsqu'elle est triturée à l'aide d'un agitateur, se pare d'irisations rouges et vertes. Par reprise à l'éther acétique bouillant, on parvient à la

---

(¹) G. Muller, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1769.
(²) Avec le concours de MM. Lusinchi, Moulin et Pallaud.
(³) André Kling, *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 1782.

faire cristalliser, surtout si l'on dispose d'un germe cristallin provenant d'une précédente opération.

La composition et la constitution des produits obtenus ont été déduites de leurs analyses, de la mesure de leurs indices de saponification, ainsi que la détermination du nombre de molécules-grammes d'anhydride carbonique libérées au cours de la saponification de 1^g de chacun d'eux.

A l'effet d'obtenir ces données, 1^g du produit à étudier est saponifié par un volume connu d'une solution N/10 de NaOH alcoolique (rigoureusement exempte de carbonate) additionné d'une quantité suffisante d'eau distillée. La saponification terminée, on ajoute au mélange quelques gouttes d'une solution de $BaCl^2$ au 1/10e; puis, s'aidant de la phtaléine, on procède à un titrage alcalimétrique pour mesurer la quantité d'alcali disparue; ce titrage fournit l'indice de saponification. On ajoute alors au mélange neutralisé un volume connu de HCl N/10, on fait bouillir pour dissoudre le $BaCO^3$ formé et chasser CO^2; enfin, par titrage acidimétrique, on évalue en milligrammes la quantité de CO^2 déplacée par cet HCl. On traduit les résultats en molécules-grammes de CO^2.

Le $COCl^2$, agissant sur le cholestérol, soit en présence de H^2O, soit en présence de $H^2O + CO^3Ca$, de $H^2O + HCl$, ou d'une solution aqueuse de pH = 7,6 (pH du sérum sanguin), fournit, dans tous les cas, l'éther $CO\langle{}^{O.C^{27}H^{45}}_{Cl}$, produit cristallisé en jolies aiguilles transparentes, stables, se conservant bien, peu hydrolysé par action de l'eau, sauf à la température d'ébullition. Ce chlorocarbonate fond à + 114°, il est soluble dans le benzène, le chloroforme, l'acétone, l'ester acétique, l'éther de pétrole, mais fort peu dans l'alcool aqueux (¹).

Le $CO\langle{}^{OCH^3}_{Cl}$ ne réagit pas sur le cholestérol, ainsi que cela était à prévoir.

Le $CO\langle{}^{OCH^2-Cl}_{Cl}$ (palite), par action sur le cholestérol, fournit un dérivé cristallisé en paillettes, si fragile qu'on ne peut prendre son point de fusion ni le faire recristalliser. Il se décompose rapidement et ne peut être conservé, même en flacon bien bouché.

Le $CO\langle{}^{OCHCl^2}_{Cl}$ fournit le dérivé $CO\langle{}^{OCHCl^2}_{O.C^{27}H^{45}}$, en paillettes cristallisées incolores, fondant à 85°, produit stable, résistant à froid à l'hydrolyse.

Le $CO\langle{}^{OCCl^3}_{Cl}$ (surpalite ou diphosgène) fournit le $CO\langle{}^{OCCl^3}_{O.C^{27}H^{45}}$,

(¹) Les analyses de ces divers produits seront publiées par ailleurs.

paillettes cristallines, incolores, fondant à 107°, très stables, non hydrolysables à froid.

En considération du fait que le $CO\left\langle \begin{matrix} OCCl^3 \\ OCCl^3 \end{matrix} \right.$, ainsi que l'un de nous l'a montré autrefois (1), se comporte comme un polymère du phosgène et, en général, de telle manière qu'il mérite l'appellation de triphosgène, nous l'avons fait également réagir sur le cholestérol et avons constaté que le dérivé qu'il fournissait dans ces conditions n'était autre que celui que nous avions obtenu à partir du phosgène, c'est-à-dire le produit fondant à +114°.

En résumé, nous voyons qu'en réagissant sur le cholestérol, phosgène et carbonate de méthyl hexachloré fournissent le même éther chlorocarbonique, très stable; que le chloroformiate de méthyle ne donne pas de produit défini, et que les dérivés chlorés de ce chloroformiate se combinent au cholestérol avec d'autant plus d'activité que leur radical méthyle est plus chloré. Ces constatations sont à rapprocher de celles faites autrefois par André Mayer, Magne et Plantefol (2), à savoir que le chloroformiate de méthyle était à peine agressif, mais qu'il acquérait une activité de plus en plus grande à mesure qu'on chlorait progressivement sa molécule, jusqu'à obtention du dérivé trichloré, et qu'enfin le carbonate de méthyl hexachloré (triphosgène) était le plus actif de la série des corps étudiés par ces auteurs. Ces constatations apportent une nouvelle confirmation à l'explication donnée par l'un de nous, touchant le mécanisme suivant lequel les gaz suffocants provoquent les accidents pulmonaires chez les sujets les ayant inhalés.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge carbonifère du granite de Guéret et sur les facies de métamorphisme de contact des grès et tufs dinantiens du Puy-de-Dôme et de la Creuse.* Note de M. **André Demay.**

Le granite de Guéret et son prolongement dans le Puy-de-Dôme ont toujours été considérés jusqu'ici comme antédinantiens. M. E. Raguin, qui suppose carbonifères les granites à muscovite du Limousin et de la Marche (3), indique « pour les vastes granites de type profond de la Région

(1) A. Kling, Florentin et Jacob, *Ann. de Chimie*, 9e série, 14, 1020, p. 189 et 214.
(2) *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 136.
(3) E. Raguin, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, 30, 1930, p. 72.

médiane [1] », qui comprennent le granite de Guéret [2], « qu'on est tenté de leur attribuer une bien plus haute antiquité [1] » et que « la Région médiane du Massif Central (plateau de Guéret, Auvergne) constitue un môle rigide contre lequel deux faisceaux orogéniques plissés (hercyniens) ont été poussés [3] ».

D'autre part, M. J. Jung, d'après une observation antérieure sur le Viséen de la butte de Concize près Châteauneuf-les-Bains et d'après ses propres observations près de Bromont et à Augère près de Gelles, où il signale des tufs contenant vers la base des lits schisteux et gréseux et des galets de granite et de quartzite, reposant en position subhorizontale, sur un complexe fait de gneiss et granite à grain fin et du granite porphyroïde à énorme cristaux d'orthose de Gelles, a conclu à « l'âge antéhercynien des gneiss et des granites de la partie nord-ouest du Massif Central » [4].

Les observations que j'ai faites près de Châteauneuf-les-Bains, Bromont, Augère dans le Puy-de-Dôme et plus à l'Ouest autour des lambeaux dinantiens de la Creuse me conduisent à des conclusions différentes de celles de ces deux excellents géologues, dont par ailleurs j'apprécie hautement les travaux. Les grès et tufs dinantiens ont subi un métamorphisme aussi bien au contact du granite à grands cristaux d'orthose de Gelles que du granite à grain moyen, riche en biotite, de Châteauneuf et de la Creuse, qui appartient au Massif de Guéret. Près du contact, on observe du côté magmatique d'abord un granite un peu aplitique, puis de l'aplite et de manière très fréquente une bordure de microgranite, du côté dinantien des grès ou tufs à biotite néogène, des grès ou tufs feldspathisés, des cornes feldspathiques.

Dans la Creuse, les phénomènes de laminage ou d'écrasement signalés par M. Mouret et par M. Raguin, gênent l'observation sans masquer le plus souvent le métamorphisme de contact.

A la bordure des lambeaux dinantiens de Concize et d'Augère se sont développés dans des grès ou tufs métamorphiques ou dans les produits de fusion partielle du Dinantien, d'aspect microgranitique, des nids granitiques ou aplitiques, les uns arrondis en forme de faux-galets, les autres de forme polyédrique curieuse à sections partiellement hexagonales, pen-

---

(1) E. Raguin, *loc. cit.*
(2) E. Raguin, *loc. cit.*, p. 65.
(3) *Notice sur les travaux scientifiques de E. Raguin*, Paris, 1935, p. 37 et 10.
(4) J. Jung, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 2269 et 2270.

tagonales ou triangulaires. Dans le lambeau de la Dapeyre, entre Montluçon et Guéret, existent aussi de faux poudingues d'origine toute différente, mylonites d'aplites ou de tufs ou grès métamorphiques.

L'attribution d'un âge viséen supérieur ou westphalien au granite de Guéret et à son prolongement dans le Puy-de-Dôme entraîne des conséquences capitales pour la structure du Massif Central :

1° L'hypothèse d'un môle rigide dans la « Région médiane » avec des zones orogéniques hercyniennes à l'Ouest, au Nord et à l'Est, dont j'ai indiqué à plusieurs reprises qu'elle ne s'accordait pas avec la disposition en arc des axes tectoniques et de certaines zones lithologiques, ne s'accorde pas non plus avec ces données nouvelles. De même que je l'ai montré antérieurement pour les directions axiales, pour une zone micaschisteuse et pour les schistes sériciteux des Cévennes méridionales et du Rouergue ([1]), les granites hercyniens de la « zone orogénique orientale » se prolongent dans la « Région médiane ».

2° En rapprochant les observations précédentes de celles que j'ai faites à l'est de l'Allier, il apparaît que deux facies granitiques, l'un à grands cristaux d'orthose (granite de Gelles, de Gannat à l'Ouest, granite de la Madeleine, de Luzy, du Beaujolais à l'Est), l'autre à grain moyen, riche en biotite (granite de Guéret et de Châteauneuf à l'Ouest, granite du Forez et des Cévennes septentrionales à l'Est) existent l'un et l'autre des deux côtés de la Limagne. Des deux côtés l'âge est viséen supérieur ou westphalien, démontré à l'Est pour le type à grands cristaux par M. Albert Michel-Lévy ([2]), démontré à l'Ouest pour les deux types par la présente Note.

3° En raison de l'âge identique des deux types du côté occidental et du passage progressif d'un type à l'autre sans pénétration (peut-être la cristallisation finale du type à grands cristaux est-elle légèrement postérieure), que j'ai observé du côté oriental au sud d'une ligne qui va de Thiers à Boën, on peut être assuré maintenant de l'âge viséen ou westphalien du granite à grain moyen du Forez et des Cévennes septentrionales, en accord avec l'hypothèse que j'ai formulée dès 1929 de la disparition du Paléozoïque par métamorphisme dans la zone cévenole ([3]). En même temps se trouve confirmée l'attribution à l'orogénèse hercynienne des mouvements tangen-

---

([1]) A. Demay, *Comptes rendus*, **193**, 1931, p. 946; **195**, 1932, p. 804.

([2]) Albert Michel-Lévy, *Bull. Serv. C. géol.*, **18**, 1907-1908, p. 274; *Comptes rendus*, **157**, 1913, p. 1443; *Bull. volcanologique*, **6**, 1929, p. 57.

([3]) A. Demay, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 924.

tiels des Cévennes septentrionales, qui sont en partie antégranitiques mais se sont poursuivis, accompagnés et suivis d'injections magmatiques, après la mise en place et la consolidation du granite.

4° Tandis que l'on ne connaissait jusqu'ici de manière certaine que des granites hercyniens de type intrusif, nous avons pour la première fois, dans le massif de Guéret, la preuve de l'âge hercynien d'un granite présentant dans une région étendue le caractère d'un granite profond.

Il convient de réserver pour le moment la question de l'âge des gneiss du Nord-Ouest du Massif central, dont certains ont pu naître par injection ou diffusion des magmas hercyniens, tandis que d'autres peuvent être antéhercyniens. J'ai indiqué depuis longtemps l'existence probable de gneiss antéhercyniens dans la zone morvano-roannaise.

GÉOPHYSIQUE. — *Mesure de l'épaisseur réduite de l'ozone atmosphérique pendant l'hiver polaire.* Note de MM. **Daniel Barbier**, **Daniel Chalonge** et **Étienne Vassy**, présentée par M. Charles Fabry.

Les méthodes employées jusqu'ici pour évaluer l'épaisseur réduite de l'ozone contenu dans l'atmosphère reposaient sur l'étude du spectre du soleil ou du ciel bleu et n'avaient pas permis d'étendre ces déterminations aux régions polaires pendant la période hivernale. Nous avons mis au point une méthode spectroscopique permettant de faire la mesure nocturne de l'ozone à partir des spectres stellaires. Cette méthode, qui a déjà été décrite ([1]), a été appliquée, de décembre 1934 à mars 1935, au cours d'un séjour à la *Naturvetenskapliga Station*, à Abisko, en Laponie suédoise (lat. 68°20′). Toutes les mesures ont été faites sur les spectres de l'une des étoiles suivantes : γ Cassiopeiæ (BO), η Ursæ Majoris (B3) et α Lyræ (AO) et souvent répétées plusieurs fois au cours de la même nuit. L'erreur moyenne sur une mesure isolée est égale à $0^{mm},1$. Le spectrographe employé étant à prisme objectif, ne permettait pas de travailler lorsque le ciel était éclairé par la lune. C'est pour cela que pendant deux périodes de 12 à 15 jours (milieu de janvier, milieu de février) les mesures ont été interrompues. Il était, de même, impossible de travailler lorsque l'étoile étudiée se trouvait au voisinage d'un arc auroral.

Le tableau donne l'ensemble des résultats obtenus.

([1]) *Revue d'Optique*, 13, 1934, p. 313.

Date.	Épaisseur (en mm.).	Date.	Épaisseur (en mm.).	Date.	Épaisseur (en mm.).
27 déc. 1934..	1,65 (1)	24 janv. 1935..	1,90 (1)	20 fév. 1935...	2,55 (1)
30 » ..	1,80 (1)	25 » ..	1,60 (3)	22 » ...	2,85 (3)
2 janv. 1935..	1,75 (3)	26 » ..	3,45 (3)	27 » ...	3,25 (1)
4 » ..	1,70 (1)	27 » ..	2,50 (1)	28 » ...	2,95 (2)
5 » ..	1,85 (4)	29 » ..	3,15 (4)	1 mars 1935..	2,30 (1)
7 » ..	1,70 (1)	3 fév. 1935...	2,80 (2)	2 » ..	2,80 (1)
9 » ..	1,55 (1)	4 » ...	3,20 (5)	3 » ..	2,45 (1)
		5 » ...	3,00 (1)	4 » ..	2,60 (1)
		6 » ...	2,25 (7)	5 » ..	2,95 (2)
		8 » ...	2,00 (2)		

Les épaisseurs sont les valeurs moyennes des déterminations faites au cours d'une même nuit et le chiffre entre parenthèses représente le nombre de ces déterminations. Suivant les circonstances, les spectres ont été pris entre 18^h et 2^h. Mais la date inscrite est toujours celle du début de la nuit.

Pour rechercher s'il existait une relation entre l'épaisseur d'ozone et l'origine de l'air, nous avons confronté les résultats avec les cartes publiées par le *Reichswetterdienst* de Breslau, qui font connaître l'origine des masses d'air couvrant l'Europe et la position des fronts qui les séparent. Il ne faut toutefois pas perdre de vue que ces cartes renseignent sur la nature de l'air au niveau du sol alors que l'altitude moyenne probable de l'ozone est de 20 à 30^{km}. La surface de séparation entre des masses d'air d'origine différente fait en général un angle très petit avec le plan horizontal (de l'ordre du degré), l'air le plus froid se trouvant au-dessous. Par conséquent lorsque Abisko se trouve, suivant la carte, dans une nappe d'air chaud il est très probable que l'ozone mesuré appartient à cette nappe d'air. Mais, inversement, pour pouvoir conclure avec quelque certitude que l'ozone est d'origine arctique il faut que Abisko se trouve au milieu d'une très vaste nappe d'air arctique, très loin du front polaire.

L'examen des cartes montre que, pendant la première période (du 27 décembre au 9 janvier) ainsi que les 24 et 25 janvier et du 6 au 8 février l'ozone mesuré se trouvait en général dans l'air chaud subpolaire. On voit que cet air contient de faibles quantités d'ozone : il n'est pas étonnant qu'il en soit ainsi d'après les travaux de Dobson, étant donné que cet air vient sans doute de basses latitudes.

Mais le phénomène le plus curieux est la brusque augmentation survenant le 26 janvier et coïncidant avec une très grande invasion d'air arctique s'étendant jusqu'en Espagne ; cette grande épaisseur d'ozone semble bien

appartenir à l'air arctique. Le lendemain, de l'air subpolaire s'est substitué à l'air arctique et l'ozone a diminué pour croître de nouveau les jours suivants, l'air arctique recouvrant alors l'Atlantique Nord et toute la Scandinavie. L'air arctique serait donc très riche en ozone. Au cours de la troisième période (du 22 février au 5 mars) l'ozone semble appartenir la plupart du temps à de l'air froid subpolaire : cet air apparaît donc comme sensiblement moins riche en ozone que l'air arctique.

Cet ensemble d'observations est évidemment très insuffisant pour que l'on puisse en tirer des conclusions générales. Mais il semble indiquer que l'origine des couches stratosphériques peut être caractérisée par l'épaisseur totale d'ozone : s'il en est bien ainsi la mesure de cette épaisseur permettrait de déceler les déplacements de grandes masses stratosphériques. En second lieu le fait que la grande quantité d'ozone du 26 janvier semble provenir de régions situées très au nord de la zone aurorale soulève le problème de l'origine de cet ozone : il semble difficile de l'attribuer à la seule action des électrons auroraux.

BIOLOGIE FLORALE. — *Fécondation directe et fécondation croisée chez* Parnassia palustris *L.* Note de M. **Pierre Martens**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

La Parnassie des marais est, depuis Sprengel (1793), un matériel de choix en biologie florale et l'interprétation classique, relativement à sa pollination, peut se résumer en trois points : autogamie impossible par suite de protérandrie parfaite (période *mâle* séparée, dans le temps, de la période *femelle*), croisement obligatoire réalisé par les Diptères, longue série d'*adaptations entomophiliques* tendant d'une part à mieux interdire toute pollination directe, d'autre part à assurer et à favoriser le croisement.

Or des observations et des expériences réalisées en 1934 et 1935 m'ont permis d'établir un certain nombre de faits nouveaux, que je résume dans cette Note préliminaire :

1° le stigmate est déjà différencié, réceptif et occupé par de l'auto-pollen au cours de la période dite *mâle;* la protérandrie de la fleur est imparfaite.

2° sur le stigmate, précocement réceptif, l'auto-pollen est apporté surtout par des Thysanoptères, hôtes habituels de la fleur, insectes dont l'action

a été complètement méconnue. L'auto-pollination n'est pas limitée à la fin de la période *mâle*.

3° l'espèce est auto-fertile et les graines obtenues par pollination directe montrent des mérites *supérieurs* à celles issues de croisement, en ce qui concerne : le nombre de graines normales récoltées, le nombre de graines normales capables de germer, les dimensions des graines et les dimensions de l'embryon. Les résultats sont égaux ou légèrement supérieurs en ce qui concerne le délai de maturité du fruit et le délai de germination de la graine. *Aucun* des termes de comparaison n'est favorable au croisement.

Ces données de fait s'opposent, sur des points essentiels, à l'interprétation classique rappelée ci-dessus et un examen critique a permis en outre de démontrer que la plupart des dispositifs, considérés d'habitude comme *adaptifs* pour le croisement, n'ont pas cette valeur. Dans ces conditions, comment faut-il concevoir l'organisation florale de *Parnassia palustris*, au point de vue de ses adaptations à la pollination?

1. En ce qui concerne son architecture et les détails de sa structure, la fleur paraît construite en vue de la pollination autogame.

2. La protérandrie, résultat d'un déséquilibre de croissance, contrarie l'autogamie sans l'interdire. Le croisement, aisément réalisé par les insectes, mais sans aucune *adaptation* particulière, apparaît donc comme *un correctif* de cet *accident*.

3. Puisque, dans les limites de l'expérimentation, les résultats de l'autogamie sont supérieurs à ceux du croisement, il n'est pas permis de dire que la nature *tend vers* la fécondation croisée comme vers un état *plus favorable* que maintiendra la sélection naturelle, conformément à la thèse classique de Darwin. Il est interdit, du même coup, de voir, dans la protérandrie elle-même, le résultat d'une tendance de la plante vers un état meilleur.

Sans doute ces résultats ne valent, strictement, que pour l'unique espèce étudiée et ils n'autorisent pas à remettre en cause l'ensemble du problème de la fécondation croisée et directe chez les Végétaux et celui des *adaptations* au croisement. Ils n'en apparaissent pas moins fort symptomatiques si l'on songe que cette espèce est un des exemples les plus classiques de ces adaptations et ils rejoignent ceux que nous avions obtenus en 1926 et 1928, sur un tout autre plan, pour plusieurs espèces d'Orchidées [1].

---

[1] *Bull. Soc. R. de Botanique de Belgique*, 59, 1926, p. 69; 60, 1928, p. 109.

BOTANIQUE. — *Sur la précocité acquise et héritée à Rennes et à Alger, en* 1935 (¹). Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Marin Molliard.

Je désire signaler quelques-uns des faits observés dans les trois groupes d'expériences que j'ai effectuées cette année.

Dans le groupe des cultures du *Lepidium sativum* sous châssis et en plein air, l'hérédité de la précocité acquise par la vie sous châssis, se manifeste encore en 14ᵉ génération à Rothamsted, à Rennes, à Marseille et à Alger.

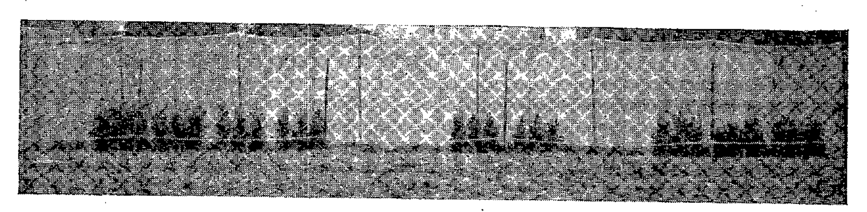


Fig. 1.

La photographie ci-dessus, prise le 15 mai, à Rennes où les semis ont été faits le 4 mars, montre que cette précocité ne paraît pas s'atténuer. En effet, examinons les cultures représentées, en allant de droite à gauche; on y voit successivement les cultures en 14ᵉ, 13ᵉ et 12ᵉ génération en plein air après la vie sous châssis, puis la culture témoin toujours en plein air; ensuite viennent deux cultures en 2ᵉ génération, après quoi se voient deux cultures d'essai servant encore de témoins; enfin quatre cultures en 1ʳᵉ génération de plein air après la vie sous châssis. Entre ces premières générations et la 14ᵉ, il ne semble pas qu'il y ait de grosse différence.

Dans le groupe des cultures du *Lepidium sativum* toujours en plein air, mais à des latitudes différentes, comparons quelques cultures de Rennes et d'Alger faites en 1933, 1934 et 1935.

Le tableau des courbes ci-après nous montre l'allure de la croissance dans ces cultures que je désigne par les initiales des stations où elles ont vécu : A pour Alger et Re pour Rennes, en les plaçant par ordre chronologique et les accompagnant d'indices pour rappeler le nombre des générations développées à chaque station. Exemples : Re_8A est une culture ayant passé 8 générations à Rennes et 1 génération à Alger, la génération actuelle; A_9 est une culture d'Alger actuellement en 9ᵉ génération; A_6Re_3 désigne

(¹) Suite de plusieurs Notes parues dans les *Comptes rendus* depuis 1927.

une culture provenant de la 6e génération d'Alger et continuée à Rennes jusqu'à la 3e génération qui est la génération actuelle en 1935.

Ces courbes montrent que les graines qui ont quelques générations à à Alger donnent des plantes précoces à Rennes et même à Alger. A Rennes, depuis 1930, cette précocité paraît plus marquée quand le nombre des générations d'Alger est plus grand (quand m augmente dans la formule biologique générale $A_m B_n$).

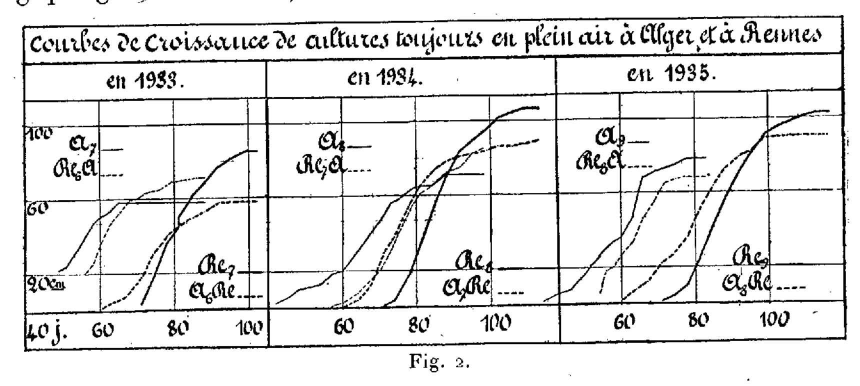


Fig. 2.

Dans les courbes de 1934, on voit que celles de Rennes sont beaucoup plus rapprochées de celles d'Alger que dans les deux autres années. Cela laisserait supposer que, pendant la période végétative, les différences des températures entre Rennes et Alger ont été, en 1934, moins grandes qu'en 1933 et qu'en 1935. C'est précisément ce que j'ai constaté en comparant les sommes des températures extrêmes d'Alger et de Rennes, qui m'ont été données par l'Office national météorologique.

Non seulement les graines de plantes cultivées à Alger, pendant quelques générations, semées à Rennes, y produisent des plantes précoces par rapport à celles qui ont toujours vécu à Rennes, mais encore la précocité s'y conserve et devient héréditaire. C'est ainsi que les cultures A_8Re, A_7Re_{26}, A_6Re_3, A_5Re_4, A_4Re_5 et A_3Re_6 sont précoces par rapport aux plantes Re_9, en 1935.

En ce qui concerne le groupe des expériences faites en plein air avec des semis en mars et fin avril, il faut attendre de nouvelles cultures pour avoir des faits correctement utilisables. Tout ce que je puis dire, en ce moment, c'est qu'avec les semis successifs faits le 4 mars et le 30 avril 1935, à Rennes, j'ai obtenu des cultures présentant une allure très comparable à celle des plantes qu'on a obtenues avec les semis simultanés du 4 mars à Rennes et à Alger.

AGRONOMIE. — *Détermination de la résistance d'un sol au passage d'outils aratoires.* Note de M. **Tony Ballu**, présentée par M. Pierre Viala.

J'ai créé une méthode [1] pour déterminer les résistances à l'adhérence et au roulement d'un sol en vue de la circulation à sa surface des différentes machines de culture et notamment des tracteurs.

La présente Note résume une nouvelle méthode que j'emploie pour déterminer les résistances internes des sols au passage des outils aratoires.

Cette méthode est basée sur l'emploi d'une machine spéciale appelée *tenacimètre* et composée en principe d'un bâti de charrue supporté par 4 roues et sur le milieu duquel est articulé librement un arbre solidaire de deux coutres étalons. Alors que la partie inférieure des coutres peut pénétrer dans le sol à des profondeurs réglables de 5 en 5^{cm}, la partie supérieure est reliée à un dynamomètre enregistreur qui note les résistances éprouvées par le passage de ces coutres étalons dans le sol.

Pour déterminer avant l'essai d'une machine aratoire quelconque (charrue, extirpateur, etc.) l'état de résistance d'un sol donné, on passe le tenacimètre à des profondeurs successives de 5 à 30^{cm}. On est ainsi à même de connaître la part de résistance due au sol dans l'effort total de traction nécessaire pour tirer la machine à l'essai à une profondeur déterminée, et par conséquent, de déduire la part de résistance incombant à la machine.

Après le labour exécuté par la machine à l'essai, on repasse le tenacimètre aux différentes profondeurs entre 5^{cm} et 30^{cm} pour enregistrer les nouvelles résistances et en déduire l'ameublissement dû au travail de la machine à l'essai.

Enfin le tenacimètre peut servir également à l'étude des profils et des angles d'attaque des différentes pièces travaillantes des machines de pseudolabour (extirpateurs, scarificateurs, cultivateurs, diviseurs, etc.), il suffit pour cela de remplacer les coutres étalons par des pièces à l'étude et d'en faire varier l'angle d'attaque. En faisant passer ensuite le tenacimètre équipé à nouveau avec ces coutres étalons. On peut déduire la qualité du travail c'est-à-dire l'ameublissement donné par ces pièces travaillantes.

Cette machine se différencie de celles qui ont été proposées jusqu'à présent (bêche ou sonde dynamométrique) en ce qu'elle travaille horizon-

---

(1) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 676.

talement (comme une machine de culture et par conséquent, d'une façon continue) alors que les sondes fonctionnent verticalement et d'une façon discontinue.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'état physicochimique de l'hormone adrénalinique dans le sang*. Note de MM. **David Broun** et **H. Scheiner** présentée par M. Louis Lapicque.

De très nombreuses hypothèses ont été émises au sujet de la formation ou de la libération dans les appareils innervés par le sympathique d'une substance hypertensive adrénalinique au cours de l'excitation électrique de ce nerf ([1]). Nous rapportons dans cette Note quelques faits expérimentaux qui se rattachent indirectement à ce problème et qui permettront peut-être d'envisager la question de l'hormone sympathique sous un aspect différent.

Les expériences ont été effectuées avec les capsules surrénales fraîchement prélevées (chien et bovidés). La diffusion de l'hormone se fait, comme pour le principe ocytocique posthypophysaire ([2]), en plongeant les glandes incisées en plusieurs endroits pendant 24 heures à la température de la glacière soit dans le sérum normal correspondant, soit dans l'eau distillée, soit dans l'eau distillée acidulée au pH 3.5-4.0. On constate alors que le principe adrénalinique de la glande surrénale, probablement complexe ([3]), diffuse facilement dans tous ces liquides.

Injectés par la voie intraveineuse chez le chien chloralosé et atropinisé, ces liquides produisent de l'hypertension artérielle. Mais, alors que l'injection de deux derniers de ces liquides d'épuisement de la glande (eau distillée et eau acidulée) produit une hypertension de type adrénalinique, il n'en est pas de même pour l'injection du liquide obtenu avec le sérum et la glande dont l'injection produit une courbe d'hypertension de type différent.

L'élévation de la pression artérielle au lieu d'être brusque est progressive; l'apnée adrénalinique manque, de plus la durée de l'hypertension est beaucoup plus longue pour une quantité d'adrénaline correspondant à une hypertension de la même importance.

([1]) Cannon et Bacq, *Am. J. Physiol.*, 96, 1931, p. 392; Cannon et Rosenblueth, *Ibid.*, 104, 1933, p. 557.
([2]) Broun et Scheiner, *Comptes rendus, Soc. Biol.*, 99, 1935, p. 1379.
([3]) Mouriquand et Leulier, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1353; Paget, *Journ. de Pharm. et de Ch.*, 13, 1931, p. 617.

D'autre part, lorsqu'on ultrafiltre les trois liquides (sérum, eau distillée et eau acidulée) restés pendant 24 heures en contact avec les glandes surrénales incisées, on constate que, dans les deux derniers liquides, le principe adrénalinique est entièrement ultrafiltrable avec tous ses caractères physiologiques alors que dans le cas du sérum une petite fraction seulement passe à l'ultrafiltre et la majeure partie du principe adrénalinique reste dans le sérum où l'on constate les propriétés physiologiques spéciales rapportées ci-dessus ([1]).

Si l'on ajoute au sérum contenant le principe adrénalinique non ultrafiltrable soit du chlorure de calcium, soit des solvants lipidiques, tels que l'éther ou le benzène, il y a libération d'adrénaline ou de principe adrénalinique ultrafiltrable. De même l'acidification du sérum au pH 4.0-4.5 ou la dilution du sérum avec de l'eau distillée permet le passage du produit hypertenseur.

Nous ajouterons que si, avant de mettre le sérum en contact avec les glandes surrénales incisées, on modifie son état physicochimique soit en l'acidulant, soit en ajoutant un sel de calcium, soit enfin en le chauffant pendant une demi-heure à 55°, le principe adrénalinique diffuse dans le sérum mais reste entièrement ultrafiltrable.

Il ressort de ces expériences : 1° que le principe adrénalinique de la glande surrénale se fixe selon toute probabilité sur des constituants non ultrafiltrables du sérum;

2° que les modifications de l'état physicochimique du sérum telles que l'acidification, la dilution avec l'eau distillée ou le chauffage à 55° libèrent l'adrénaline ultrafiltrable;

3° que l'excès d'ion Ca agit dans le même sens que les facteurs précités.

Nous croyons que ces données expérimentales permettent d'admettre qu'à côté du mécanisme de formation de la sympathine invoquée par Cannon et Bacq il existe un autre mécanisme de la libération de l'adrénaline de provenance surrénalienne. D'après cette hypothèse le principe hypertensif préformé dans la glande surrénale passerait dans le courant sanguin où il serait fixé sur le complexe protido-lipidique. Ces faits permettent des hypothèses assez précises sur le mode d'action encore bien obscur des nerfs sympathiques.

([1]) Quant à l'adrénaline naturelle ou synthétique elle reste entièrement ultrafiltrable même après un contact très prolongé avec le sérum.

PHARMACOLOGIE. — *Étude quantitative des phénomènes de synergie. Potentialisation de l'action hypnotique chez la souris.* Note ([1]) de Mlle **Laïa Olszycka**, présentée par M. Charles Achard.

Il a été observé ([2]) que l'utilisation simultanée de plusieurs médicaments permet de provoquer des phénomènes de synergie (potentialisation). Me proposant d'entreprendre l'étude du mécanisme de l'action des associations médicamenteuses ([3]), c'est aux associations d'hypnotiques que je me suis adressée, non seulement parce que le test utilisé est particulièrement net et peut être traduit quantitativement, mais encore parce qu'un certain nombre d'hypnotiques (alcool, chloral) se prête à des microdosages chimiques précis.

Dans cette première Note, je montrerai seulement que les phénomènes de potentialisation de l'action hypnotique provoquée par l'emploi, chez la souris, des associations alcool-acide éthylbutylbarbiturique sont, au moins pour certaines d'entre elles, particulièrement importants et permettront par la suite une étude du mécanisme d'action de cette association.

J'ai déterminé la durée du sommeil soit pour des doses croissantes d'alcool injectées dans la veine de la queue de la souris ([4]), sous la forme d'un soluté isotonique glucosé alcoolique à 15 pour 100 (courbe **1**), soit pour des doses croissantes d'une solution bicarbonatée à 1/200 d'acide éthylbutylbarbiturique (courbe **2**), soit pour des associations, en quantités variables, de ces deux substances (courbes **3**, **4**, **5**).

Les trois groupes d'associations utilisés sont les suivants :

1° associations de $1^{mg},6$ d'alcool par gramme (57 pour 100 de la dose minimum active) et de quantités croissantes d'acide éthylbutylbarbiturique variant de $0^{mg},04$ (67 pour 100 de la dose minimum active) à $0^{mg},065$ par gramme (dose minimum active) (courbe **3**);

2° associations de $2^{mg},4$ d'alcool par gramme (86 pour 100 de la dose minimum active) et de quantités croissantes d'acide éthylbutylbarbiturique comprises entre 0,03

([1]) Séance du 21 octobre 1935.

([2]) W. Storm van Leeuwen, *Pflüger's Arch. f. ges. Phys.*, **166**, 1917, p. 65; **174**, 1919, p. 120; J. W. Le Heux, *ibid.*, **174**, 1919, p. 105; E. Bürgi, *ibid*, **147**, 1922, p. 275; *Z. f. allg. Physiol.*, **14**, 1912, p. 39 et 65; *Z. f. exp. Path. u. Therap.*, **8**, 1911, p. 523.

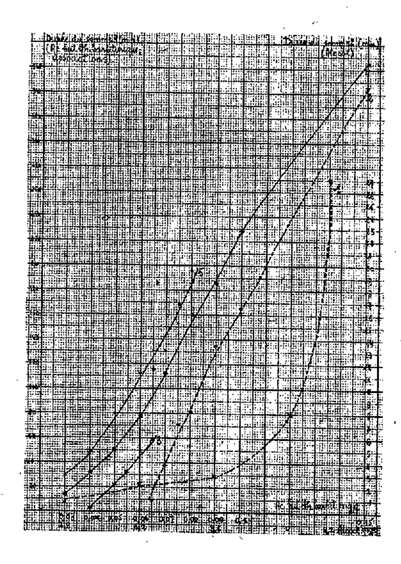
([3]) Il s'agira ultérieurement de montrer si ces phénomènes de synergie sont accompagnés de modifications de la sensibilité ou de la perméabilité cellulaire.

([4]) Des résultats parallèles sont obtenus sur le rat; ils seront publiés ultérieurement.

(46 pour 100 de la dose minimum active et $0^{mg},15$ (231 pour 100 de la dose minimum active) par gramme (courbe 4);

3° associations de $3^{mg},2$ d'alcool par gramme (114 pour 100 de la dose minimum active) et de quantités croissantes d'acide éthylbutylbarbiturique comprises entre 0,03 (46 pour 100 de la dose minimum active) et $0^{mg},09$ (138 pour 100 de la dose minimum active) par gramme (courbe 5).

En ce qui concerne ces associations, j'ai calculé, pour chaque dose utilisée, le quotient de la durée du sommeil produit par l'association (chiffre expérimental), par la



somme des durées de sommeil produit par chacun des hypnotiques employé seul (chiffre théorique); j'ai donné à ce quotient le nom de coefficient de potentialisation. Dans le cas le plus favorable, c'est-à-dire dans l'association de $3^{mg},2$ d'alcool par gramme et de $0^{mg},03$, $0^{mg},04$, $0^{mg},05$, $0^{mg},06$ et $0^{mg},065$ d'acide éthylbutylbarbiturique par gramme, les coefficients de potentialisation atteignent les valeurs de 14,5; 23,5; 40; 56 et 11,9.

Ces résultats montrent : 1° qu'une association de doses inactives d'hypnotiques peut produire un sommeil variant de 2 à 78 minutes, suivant les proportions utilisées dans ces associations; 2° que l'association de doses actives d'hypnotiques produit un sommeil dont la durée peut être nettement supérieure à celle de la somme des durées de sommeil produit par chaque substance utilisée seule; 3° que le coefficient de potentialisation est le plus souvent d'autant plus considérable que les doses d'hypnotiques utilisées sont plus faibles.

RADIOLOGIE MÉDICALE. — *Action et dose hémolytiques des rayons* X. Note de MM. **Anatole Rogozinski** et **Baruch Samuel Levin**, présentée par M. Charles Achard.

Continuant les recherches sur l'action lytique des rayons X sur le sang [1] nous avons déterminé en unités *r* la dose nécessaire pour l'hémolyse totale dans différentes conditions expérimentales.

Pour une intensité de 850 *r* par seconde, en particulier, l'hémolyse totale survient après 26 minutes d'irradiation, ce qui correspond à 1300000 *r* (à 10 pour 100 près).

On met d'autre part en évidence un phénomène de *lyse amorcée*, qui consiste en ce que la suspension des hématies, soustraites à l'action du rayonnement, après y avoir été soumise pendant un certain temps, continue à lyser avec un rythme d'autant plus accéléré, que la dose administrée au début se rapprochait davantage de la dose hémolytique.

Le sang, provenant de plusieurs sujets normaux mâles, âgés de 30 ans, était défibriné et dilué à 5 pour 1000 dans une solution de 8 pour 1000 de NaCl. Une goutte de ce sang dilué était déposée dans une cellule hématométrique de Thoma, remplie entièrement et recouverte d'une lamelle en verre de $0^{mm},1$ d'épaisseur. La cellule était scellée à la paraffine afin d'éviter toute évaporation. L'hématomètre était placé ensuite dans une position horizontale, la lamelle de verre tournée vers le bas, contre la fenêtre du tube, le rayonnement étant dirigé de bas en haut.

On s'est servi du rayonnement non filtré d'un tube à anticathode de Cu, muni d'une fenêtre en aluminium de 10^{μ} d'épaisseur et de 8^{mm} de diamètre, et fonctionnant sous 27 kV avec 25 mA, la préparation étant placée à une distance de 42^{mm} du foyer.

Les mesures absolues de la dose s'effectuaient à l'aide d'une chambre d'ionisation spécialement conçue pour le genre de rayonnement utilisé [2]. On a trouvé que le tube à rayons X donnait 2500 *r* par seconde au niveau de la fenêtre. Mais la lamelle de verre ne laissant passer qu'environ 30 pour 100 du rayonnement, la suspension recevait ainsi 850 *r* par seconde approximativement.

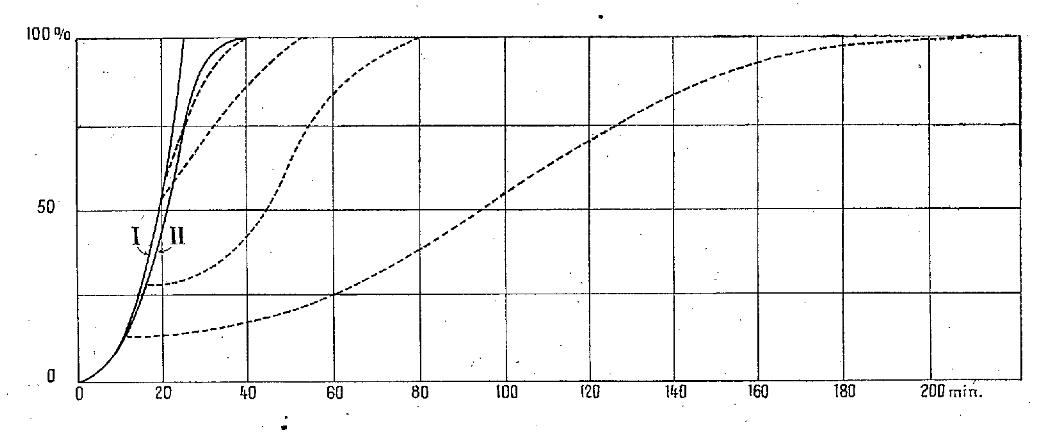
Ajoutons que, la profondeur de la cellule hématométrique n'étant que $0^{mm},1$ et que, d'autre part, les hématies se déposant au voisinage

(1) B.-S. Levin et C. Piffault, *C. R. Soc. Biol.*, **116**, 1934, p. 1324.

(2) A. Rogozinski, *Journ. de Radiol. et d'Électrol.* (sous presse).

immédiat de la lamelle, aucun compte n'était tenu de l'absorption du rayonnement par le liquide.

Comptant les hématies qui demeuraient visibles dans le champ du microscope, on a porté en abscisses la durée de l'irradiation et en ordonnées le pourcentage des hématies lysées. La courbe I est celle du sang irradié *sans interruption* jusqu'à l'hémolyse complète. Elle est établie en soumettant successivement différents échantillons du même sang à des irradiations de durée croissante de 5 jusqu'à 26 minutes. La courbe II est celle d'un échantillon du même sang, irradié jusqu'à l'hémolyse complète, mais avec des inter-



ruptions juste nécessaires pour effectuer la numération des hématies. Ces interruptions ont pour effet : 1° de modifier l'allure de la courbe d'hémolyse, et 2° d'accroître sensiblement la dose hémolytique. Les courbes en traits interrompus donnent l'évolution de la *lyse amorcée* à partir des irradiations initiales variables.

Notons également que, si l'on irradie une petite partie centrale de la préparation, le reste étant protégé contre le rayonnement par un écran en plomb, on constate que l'hémolyse se fait uniquement dans la partie exposée au rayonnement : cette partie apparaît nettement séparée du reste de la préparation demeurée intacte.

La forme des courbes obtenues, et plus particulièrement le phénomène de la *lyse amorcée*, semblent révéler l'intervention de certaines substances lytiques ou antilytiques qui se forment sous l'action du rayonnement responsable des phénomènes observés. Ces substances font actuellement l'objet d'études complémentaires.

La séance est levée à 15h55m.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 9 septembre 1935.)

Note de M. *Paul Lévy*, La loi forte des grands nombres pour les variables enchaînées :

Page 494, note (¹), au lieu de *Bull. Soc. Math.*, lire *Bull. Sciences Math.*

(Séance du 23 septembre 1935.)

Note de M. *Gabriel Valensi*, Sur l'oxydabilité du nickel :

Pages 523 et 524, permuter les figures 1 et 2.

Page 524, formule finale, *au lieu de* $n = 11{,}46^{-\frac{11\,210}{T}}\sqrt{t}$, *lire* $n = 11{,}46\,e^{-\frac{11\,210}{T}}\sqrt{t}$.

(Séance du 14 octobre 1935.)

Note de M. *F. Bourion* et Mlle *O. Hun*, Détermination cryoscopique de l'hydratation globale des ions du nitrate de sodium :

Page 661, ligne 4 en remontant, *au lieu de* K_3 moyen est 5,073, *lire* K_3 moyen est 3,507.

(Séance du 21 octobre 1935.)

Page 699, ligne 10, *au lieu de* par G. Senevet, Correspondant de l'Académie, dont M. **Edmond Sergent**, ..., *lire* par G. Senevet, dont M. **Edmond Sergent**, Correspondant de l'Académie, ...

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion de la fête nationale de l'armistice, la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mardi 12 novembre au lieu du lundi 11.

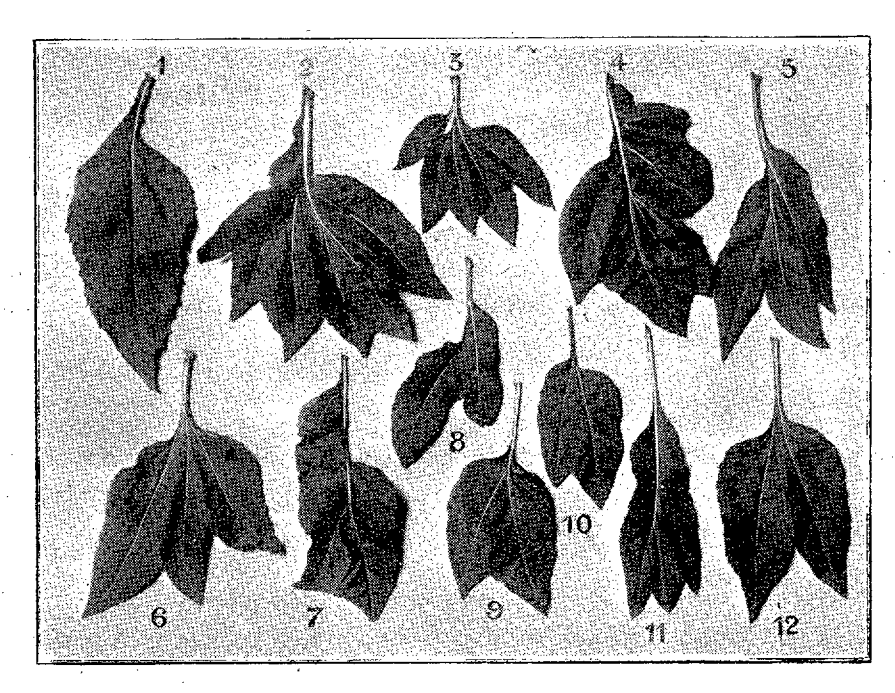
BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'hérédité des monstruosités chez les descendants du Topinambour greffé sur Soleil annuel à la 8e génération sexuée.* Note de M. **Lucien Daniel.**

J'ai décrit et figuré [1] des monstruosités congénitales apparues sur des plantules et d'autres anomalies observées sur des individus d'*Helianthus tuberosus* de semis au cours de leur développement annuel. Depuis quatre ans, ces dernières (fasciations, changements phyllotaxiques, etc.), se sont maintenues à la suite de la multiplication par les tubercules souterrains des individus sur lesquels je les avais observées. Parmi ces formes figure un type à tige fasciée, obtenu en 1932, chez lequel l'affolement phyllotaxique était complet; l'insertion des feuilles était, suivant les cas, ternée ou quaternée; même un groupe de feuilles s'insérait en un même point ou bien isolément en spirale de façon à former une rosette épaisse de feuilles en massue dont le poids inclinait les tiges faibles en vue d'un marcottage.

---

[1] Lucien Daniel, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1962; *Revue bretonne de Botanique*, 27, 1934, p. 1409; 28, 1935, p. 6, etc.

Cette année, non seulement les fasciations, les courbures et les désordres phyllotaxiques se sont reproduits, mais d'autres phénomènes curieux se sont montrés chez des feuilles, phénomènes jusqu'ici inconnus chez le Topinambour, et dont la figure ci-jointe permettra de se faire une idée. Tandis que la majorité des feuilles possédait un limbe lancéolé, petit mais conforme à son type spécifique (*fig.* 1), d'autres, en assez grand nombre, étaient monstrueuses à des degrés divers. Les unes étaient à six divisions (*fig.* 2), d'autres étaient irrégulièrement tétralobées (*fig.* 3), trilobées



(*fig.* 4, 5, 6 et 11) ou bilobées (*fig.* 7, 8, 9, 10 et 12). Plusieurs avaient les deux moitiés de leur limbe asymétriques et l'insertion de ces moitiés se faisait à des points différents sur le pétiole (*fig.* 7, 8, 9 et 10). Semblables faits s'observent, et j'en ai déjà figuré de nombreux exemples, chez les hybrides sexuels, les hybrides de greffe et les plantes décapitées.

Ayant obtenu, en 1934 et 1935, 46 et 35 monstruosités provenant de soudures ou de divisions des cotylédons, je me suis demandé si elles étaient, comme l'a prétendu Hugo de Vries à propos des *Penstemon* et des *Helianthus*, à la base des monstruosités qui se montrent plus tard au cours du développement de la plante, autrement dit si ces dernières sont esquissées dès la formation des graines. Pour résoudre expérimentalement la question,

il suffisait de planter séparément les individus à cotylédons modifiés et ceux qui étaient restés normaux dans mes deux semis. C'est ce que j'ai fait l'an dernier et cette année. Dans les deux cas, la concordance des résultats a été complète.

Chez les pieds à cotylédons modifiés, j'ai chaque année constaté l'apparition d'un seul exemplaire à feuilles ternées; tous les autres ne présentaient aucune monstruosité bien nette. Au contraire, chez les individus issus des germinations à cotylédons normaux, de nombreuses monstruosités se sont produites, parmi lesquelles on pouvait voir : 1° des fasciations de tiges, de capitules et exceptionnellement de fruits; 2° des fleurons transformés en ligules à la périphérie et plus rarement au centre du disque; 3° 15 pieds à feuilles ternées et un à feuilles toutes disposées par quatre; 4° des pieds à capitules remplacés en tout ou partie par des tubercules aériens, caractère acquis à la suite du greffage; 5° enfin cinq *Helianthus tuberannuus* hybrides de greffe, dont deux unitiges, deux ramifiés, et une forme essentiellement nouvelle à tige épaisse, à feuilles gaufrées avec un large pétiole ailé et un capitule terminal monstrueux, à disque moyen, à ligules formant un anneau incomplet de ligules semblables à celles du Topinambour. Le capitule de cet exemplaire était porté par un pédoncule épais et recourbé comme chez le Soleil annuel, caractère spécifique de cette dernière espèce. Cet hybride de greffe possède des tubercules souterrains comme le Topinambour, mais il n'a pas de graines.

De ces *faits* expérimentaux, que je décrirai et figurerai plus complètement dans un autre Mémoire, on peut tirer la conclusion suivante : il n'y a pas, chez l'*Helianthus tuberosus* ayant retrouvé à la suite du greffage sa fertilité sexuelle, corrélation entre les sutures et divisions cotylédonaires et les anomalies constatées chez les plantes adultes; ces dernières ne sont pas esquissées dès la formation des graines du parent, mais sont dues à d'autres causes.

CORRESPONDANCE.

M. Charles Perez prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par le décès de M. *L. Joubin*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Pier Nicola Gregoraci. *Rapporti tra Tuberculosi e Diabete*. Terza edizione, con Prefazione di Antonio Cardarelli.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les distances non-euclidiennes.*
Note [1] de M. **Jean Le Roux.**

La théorie analytique de la distance, que j'ai résumée dans une précédente Note, s'applique facilement aux groupes géométriques normaux de Lie.

Par une transformation ponctuelle, tous les groupes géométriques se ramènent à l'un des trois groupes dont les transformations infinitésimales sont définies par le tableau suivant :

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{\partial}{\partial x} + \varepsilon U, & X_4 &= y\frac{\partial}{\partial z} - z\frac{\partial}{\partial y}, \\ X_2 &= \frac{\partial}{\partial y} + \varepsilon U, & X_5 &= z\frac{\partial}{\partial x} - x\frac{\partial}{\partial z}, \\ X_3 &= \frac{\partial}{\partial z} + \varepsilon U, & X_6 &= x\frac{\partial}{\partial y} - y\frac{\partial}{\partial x}. \end{aligned}$$

Nous avons posé

$$U = x\frac{\partial}{\partial x} + y\frac{\partial}{\partial y} + z\frac{\partial}{\partial z}.$$

Les trois groupes normaux diffèrent entre eux par les valeurs de ε. On a

$$\varepsilon = \begin{cases} 0 & \text{pour la géométrie euclidienne,} \\ +1 & \text{pour la géométrie de Riemann,} \\ -1 & \text{pour la géométrie de Lobatschewsky.} \end{cases}$$

Les deux géométries non-euclidiennes sont définies par les groupes projectifs qui laissent invariante l'équation du second degré

$$x^2 + y^2 + z^2 + \varepsilon = 0 \qquad (\varepsilon = \pm 1). \tag{1}$$

Cette équation représente un ellipsoïde imaginaire dans le cas de Riemann et un ellipsoïde réel dans le cas de Lobatschewsky.

Déterminons d'abord les pseudo-droites des deux groupes non-euclidiens.

---

[1] Séance du 21 octobre 1935.

Prenons des facteurs arbitraires ϖ_1, ϖ_2, ϖ_3, ϖ_4, ϖ_5, ϖ_6 et formons la combinaison linéaire suivante que nous ordonnons ensuite suivant les symboles $\partial/\partial x$, $\partial/\partial y$, $\partial/\partial z$,

$$\Sigma \varpi_k X_k = P\frac{\partial}{\partial x} + Q\frac{\partial}{\partial y} + R\frac{\partial}{\partial z}.$$

Les coordonnées des points qui restent immobiles par la transformation infinitésimale considérée vérifient les trois équations $P=0$, $Q=0$, $R=0$.

Nous allons développer ces équations et vérifier que, si elles sont compatibles, elles se réduisent à deux relations distinctes.

En posant $V=\varpi_1 x+\varpi_2 y+\varpi_3 z$, le système prend la forme

$$(2)\qquad \begin{cases} \varpi_1+\varpi_5 z-\varpi_6 y+\varepsilon V x=0,\\ \varpi_2+\varpi_6 x-\varpi_4 z+\varepsilon V y=0,\\ \varpi_3+\varpi_4 y-\varpi_5 x+\varepsilon V z=0. \end{cases}$$

Ajoutons membre à membre après avoir multiplié par x, y, z; nous en tirons

$$(3)\qquad V[1+\varepsilon(x^2+y^2+z^2)]=0.$$

Donc, pour toute solution du système (2) qui ne satisfait pas à l'équation invariante (1), on a $V=0$.

Dans ce cas le système (2) se réduit aux équations qui définissent l'axe de rotation dans la cinématique euclidienne. Le système est compatible si l'on a

$$(4)\qquad \varpi_1\varpi_4+\varpi_2\varpi_5+\varpi_3\varpi_6=0.$$

Nous obtenons donc l'important théorème suivant :

Dans la forme normale, les pseudo-droites non euclidiennes coïncident avec les droites euclidiennes.

Il reste à déterminer la forme de la distance invariante. Il faut d'abord trouver une forme d'invariant. On l'obtient immédiatement en considérant la quadrique qui correspond à chacun des groupes non-euclidiens. La droite qui joint deux points P_i et P_k rencontre la quadrique du groupe en deux points M et M'. Le rapport anharmonique (P_iP_kMM') est une forme de l'invariant correspondant aux deux points P_i et P_k. Nous l'appelons u_{ik}.

Déterminons la droite par les deux points M et M', dont nous désignerons les coordonnées homogènes, réelles ou imaginaires par α, β, γ, δ et α', β', γ', δ'. Les coordonnées homogènes de tout point P_i de la même droite pourront être exprimées en fonction d'un paramètre λ_i par des

expressions de la forme

$$x_i = \alpha + \lambda_i \alpha' + \ldots.$$

On aura alors $u_{ik} = \lambda_i / \lambda_k$.

Les trois invariants binaires d'un système de trois points P_1, P_2, P_3 sont donc

$$u_{12} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}, \qquad u_{13} = \frac{\lambda_1}{\lambda_3}, \qquad u_{23} = \frac{\lambda_2}{\lambda_3}.$$

La relation identique entre les trois invariants est

$$u_{23} = \frac{u_{13}}{u_{12}}.$$

Il est évident qu'il suffira de prendre $v_{ik} = \mathrm{CL}\, u_{ik}$ pour ramener cette relation à la forme normale. Toutefois il est intéressant de déduire ce résultat de la théorie générale.

On a $\partial u_{12}/\partial\lambda_1 = 1/\lambda_2$. Par élimination de λ_2 cette expression devient

$$\frac{\partial u_{12}}{\partial \lambda_1} = \frac{u_{12}}{\lambda_1}.$$

On vérifie que le rapport des dérivées $\partial u_{12}/\partial\lambda_1$ et $\partial u_{13}/\partial\lambda_1$ est un invariant. La théorie générale nous conduit à prendre comme expression de la distance $\overline{P_i P_k}$ la fonction invariante v_{ik} définie par la relation

$$dv_{ik} = \mathrm{C}\,\frac{du_{ik}}{u_{ik}}.$$

Nous retrouvons le résultat ci-dessus.

Cette définition de la distance est celle de la géométrie de Cayley.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur un choix d'ensemble parfait distingué dans un complémentaire analytique arbitraire ayant des constituantes non dénombrables.* Note (¹) de M. **Nicolas Lusin**, présentée par M. Émile Borel.

1. *Difficultés.* — Il pourrait sembler inutile de poser cette question, puisque la première constituante non dénombrable $\mathcal{E}_\beta$ d'un complémentaire analytique $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 + \mathcal{E}_1 + \ldots + \mathcal{E}_\alpha + \ldots \mid \Omega$ est sûrement mesurable B;

(¹) Séance du 14 octobre 1935.

tout revient donc à choisir un ensemble parfait P distingué dans un ensemble individuel non dénombrable mesurable B, ce qu'il peut sembler facile d'effectuer. Mais il est nécessaire de remarquer que ce choix est effectivement possible seulement dans le cas où l'ensemble mesurable B considéré est *donné* par un crible, ou bien par une représentation paramétrique. Or l'ensemble $\mathcal{E}_\beta$ *ne nous est nullement donné* : il est seulement *nommé* « la première constituante non dénombrable ».

2. *Dichotomie.* — Nous reprenons les notations de notre Communication précédente [1]. Soit

	$\mathcal{E}_0$	$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$	...	$\mathcal{E}_\omega$	...	$\mathcal{E}_\alpha$	...	Ω
δ_1	$\mathcal{E}_0^{(1)}$	$\mathcal{E}_1^{(1)}$	$\mathcal{E}_2^{(1)}$	...	$\mathcal{E}_\omega^{(1)}$	...	$\mathcal{E}_\alpha^{(1)}$	...	
δ_2	$\mathcal{E}_0^{(2)}$	$\mathcal{E}_1^{(2)}$	$\mathcal{E}_2^{(2)}$	...	$\mathcal{E}_\omega^{(2)}$	...	$\mathcal{E}_\alpha^{(2)}$	...	
..	...	...	...	...	...	...	...	...	
δ_n	$\mathcal{E}_0^{(n)}$	$\mathcal{E}_1^{(n)}$	$\mathcal{E}_2^{(n)}$	...	$\mathcal{E}_\omega^{(n)}$	...	$\mathcal{E}_\alpha^{(n)}$	...	
..	...	...	...	...	...	...	...	...	

le tableau à double entrée qui correspond au complémentaire analytique $\mathcal{E}$ défini au moyen du crible C. Soit H $(H < \mathcal{E}_\beta)$ un ensemble de points donné, sûrement non dénombrable et contenu dans proj. $\delta_k \times \mathcal{E}_{\alpha_k}^{(k)}$, k et α_k étant fixes; nous avons évidemment $\alpha_k < \beta$. Soit δ_{m_1} $(m_1 > k)$ le *premier* (*principe minimum*) intervalle dans la suite $\delta_1, \delta_2, \ldots,$ tel que

$$K_1 = \text{proj.}\,\delta_{m_1} \times H$$

soit non dénombrable; nous écrivons $H_1 = K_1 \times \mathcal{E}_{\alpha_{m_1}}^{(m_1)}$ en choisissant le nombre transfini (ou fini) α_{m_1} de manière que H_1 soit non dénombrable; on voit bien qu'il existe de tels nombres α_{m_1} et que $\alpha_{m_1} < \beta$; parmi eux, nous pouvons prendre, pour α_{m_1}, le plus petit.

Si l'ensemble-différence $H - K_1$ est au plus dénombrable, nous prenons le premier intervalle $\delta_{m_2}(m_2 > m_1)$, tel que $K_2 = \text{proj.}\,\delta_{m_2} \times H_1$ soit non dénombrable; nous écrivons $H_2 = K_2 \times \mathcal{E}_{\alpha_{m_2}}^{(m_2)}$, α_{m_2} étant le plus petit tel que H_2 soit dénombrable, $\alpha_{m_2} < \beta$. Si $H - K_2$ est au plus dénombrable, nous prenons le premier intervalle $\delta_{m_3}(m_3 > m_2)$, tel que $K_3 = \text{proj.}\,\delta_{m_3} \times H_2$ soit non dénombrable; nous écrivons $H_3 = K_3 \times \mathcal{E}_{\alpha m_3}^{(m_3)}$, α_{m_3} étant le plus petit tel que H_3 soit non dénombrable, $\alpha_{m_3} < \beta$, et *ainsi de suite*. Il est clair que proj. $\delta_k >$ proj. $\delta_{m_1} >$ proj. $\delta_{m_2} > \ldots$ et que $H > H_1 > H_2 > \ldots$ Comme la longueur de δ_n tend vers zéro lorsque n croît indéfiniment, nous arrivons

(1) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 638.

au bout d'un nombre *fini* de pas à un intervalle $\delta_{m_{\nu-1}}$ tel que $H - K_{\nu-1}$ soit encore au plus dénombrable, tandis que le premier intervalle δ_{k_0} $(k_0 > m_{\nu-1})$, pour lequel $K^{(0)} = \text{proj.}\,\delta_{k_0} \times H_{\nu-1}$ est non dénombrable, a l'ensemble-différence $H - K^{(0)}$ *non dénombrable*. Dans ce cas, nous prenons le premier intervalle δ_{k_1} $(k_1 > k_0)$, tel que $K^{(1)} = \text{proj.}\,\delta_{k_1} \times (H - K^{(0)})$ soit non dénombrable. En même temps, nous écrivons $H^{(0)} = K^{(0)} \times \mathcal{E}_{\alpha_{k_0}}^{(k_0)}$ et $H^{(1)} = K^{(1)} \times \mathcal{E}_{\alpha_{k_1}}^{(k_1)}$, α_{k_0} et α_{k_1} étant les plus petits tels que $H^{(0)}$ et $H^{(1)}$ soient non dénombrables. Ainsi, à chacun des intervalles δ_k, δ_{m_i}, δ_{k_0} et δ_{k_1} correspond le seul nombre transfini (ou fini) : α_k, α_{m_i}, α_{k_0} et α_{k_1}. On a

$$\text{proj.}\,\delta_{k_0} + \text{proj.}\,\delta_{k_1} < \text{proj.}\,\delta_k \quad \text{et} \quad \text{proj.}\,\delta_{k_0} \times \text{proj.}\,\delta_{k_1} = 0.$$

Donc, le processus décrit finira par présenter une *dichotomie*. Deux intervalles δ_{k_0}, δ_{k_1} et deux ensembles $H^{(0)}$, $H^{(1)}$ sont dits *déduits* respectivement de l'intervalle δ_k et de l'ensemble H *par l'application de la dichotomie*.

3. *Ensemble parfait distingué dans* $\mathcal{E}$. — Appliquons d'abord la dichotomie à la constituante $\mathcal{E}_\beta$ elle-même, $H = \mathcal{E}_\beta$; nous déduisons deux intervalles $\delta_{k\theta_1}$ et deux ensembles $H^{(\theta_1)}$, θ_1 étant 0 ou bien 1. Appliquons ensuite la dichotomie à l'intervalle $\delta_{k\theta_1}$ et à l'ensemble $H^{(\theta_1)}$; nous déduisons deux intervalles $\delta_{k\theta_1\theta_2}$ et deux ensembles $H^{(\theta_1\theta_2)}$, θ_2 étant 0 ou bien 1, et *ainsi de suite*. Nous déduisons ainsi une suite infinie des intervalles $\delta_{k\theta_1}$, $\delta_{k\theta_1\theta_2}$, ..., $\delta_{k\theta_1\theta_2\ldots\theta_\mu}$, ..., où chaque θ_μ est 0 ou bien 1. On voit bien que l'ensemble P des points x qui appartiennent aux projections de tous ces intervalles, les θ_μ étant arbitraires *fixes*, est un ensemble *parfait*. Je dis maintenant que $P < \mathcal{E}_0 + \mathcal{E}_1 + \ldots + \mathcal{E}_\beta < \mathcal{E}$.

En effet, si x_0 est un point de P, la perpendiculaire P_{x_0} coupe sûrement tous les intervalles $\delta_{k\theta_1^0\theta_2^0\ldots\theta_\mu^0}$ qui forment une branche incomplète de la dichotomie définissant le point x_0, ainsi que tous les δ_{m_i} intermédiaires au moyen desquels la dichotomie construit les $\delta_{k\theta_1^0\theta_2^0\ldots\theta_\mu^0}$. Il importe de remarquer que P_{x_0} ne peut couper aucun des autres intervalles δ_n, car le segment $\delta_{m_0} = \delta_k$, δ_{m_1}, δ_{m_2}, ..., $\delta_{m_{\nu-1}}$, $\delta_{k0} = \delta_{m_\nu}$ de la branche *complète* de la dichotomie définissant x_0 nous présente une chaîne d'intervalles dont les indices sont choisis suivant le principe minimum indiqué; or, si $m_{i-1} < n < m_i$, on a $\text{proj.}\,\delta_n > \text{proj.}\,\delta_{m_i}$ et, puisque $\text{proj.}\,\delta_n > H_i$, δ_{m_i} était mal choisi; donc, $n = m_i$. D'autre part, si $\delta_{n'}$ et $\delta_{n''}$ sont deux intervalles de la branche complète de la dichotomie qui définit x_0, leurs projections contiennent sûrement la projection d'un $\delta_{k\theta_1^0\theta_2^0\ldots\theta_\mu^0}$ lorsque μ est assez grand. Donc, elles contiennent un point x_1 de $H^{(\theta_1^0\theta_2^0\ldots\theta_\mu^0)}$. On en conclut que x_1

appartient à $\mathcal{E}^{(n')}_{\alpha_{n'}}$ et à $\mathcal{E}^{(n'')}_{\alpha_{n''}}$ simultanément, où $\alpha_{n'}$ et $\alpha_{n''}$ sont bien déterminés et correspondent respectivement aux intervalles $\delta_{n'}$ et $\delta_{n''}$. Or, si $\rho_{n'} < \rho_{n''}$, le crible $C_{n'}$ fait une partie aliquote du crible $C_{n''}$ et, par suite, $\alpha_{n'} < \alpha_{n''}$. Il en résulte que l'ensemble de points R_{x_0} est semblable à un ensemble de nombres transfinis (ou finis) inférieurs à β. Donc, R_{x_0} est bien ordonné et de type $\leqq \beta$. Par conséquent, le point x_0 appartient à une des constituantes $\mathcal{E}_0, \mathcal{E}_1, \ldots, \mathcal{E}_\beta$. C. Q. F. D.

Ainsi *on peut nommer au sens de M. H. Lebesgue un ensemble parfait* P *contenu dans* $\mathcal{E}_0 + \mathcal{E}_1 + \ldots + \mathcal{E}_\beta$ *et ceci d'une manière précise et sans ambiguïté possible*. Mais une question beaucoup plus intéressante : *peut-on nommer un point de* $\mathcal{E}_\beta$? reste entière.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants intégraux.*

Note [1] de M. G. **Drinfeld**, transmise par M. E. Goursat.

Soit l'intégrale

$$(1) \qquad \int \Omega_p$$

où Ω_p est une forme symbolique de degré p, un invariant intégral du système d'équations différentielles

$$(2) \qquad \frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_n}{X_n} = dt.$$

Supposons que la forme Ω_p n'a que q diviseurs linéaires linéairement indépendants

$$(3) \qquad \omega_1, \ \omega_2, \ \ldots, \ \omega_q.$$

En s'appuyant sur les théorèmes bien connus pour les diviseurs linéaires d'une forme symbolique [2], il est facile de démontrer le théorème suivant :

Théorème. — *Il existe une fonction*

$$r = r(t, x_1, \ldots, x_n),$$

telle que l'intégrale

$$(4) \qquad \int r\,\omega_1\omega_2\ldots\omega_q$$

est un invariant intégral du système (2).

---

(1) Séance du 16 juillet 1935.

(2) Ed. Goursat, *Leçons sur le problème de Pfaff*, Paris, 1922, p. 97-100.

En effet, si les formes (3) sont les diviseurs linéaires de la forme Ω_p, on a

$$\Omega_p \omega_i \equiv 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, q). \tag{5}$$

Dérivons les identités (5). En utilisant l'identité

$$\frac{d\Omega_p}{dt} \equiv 0,$$

nous avons

$$\Omega_p \frac{d\omega_i}{dt} \equiv 0,$$

ce qui montre que les formes

$$\frac{d\omega_i}{dt}$$

sont ou nulles identiquement, ou des diviseurs linéaires de la forme Ω_p. On a toujours

$$\frac{d\omega_i}{dt} = a_{i1}\omega_1 + a_{i2}\omega_2 + \ldots + a_{iq}\omega_q \qquad (i = 1, 2, \ldots, q).$$

Soit r une solution quelconque de l'équation

$$X(r) + r(a_{11} + a_{22} + \ldots + a_{qq}) = 0, \qquad X(f) = \frac{\partial f}{\partial t} + \sum_{i=1}^{n} X_i \frac{\partial f}{\partial x_i},$$

alors

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}(r\omega_1\omega_2\ldots\omega_q) &= X(r)\,\omega_1\omega_2\ldots\omega_q + r\left[\frac{d\omega_1}{dt}\omega_2\ldots\omega_q + \omega_1\frac{d\omega_2}{dt}\omega_3\ldots\omega_q + \ldots + \omega_1\ldots\omega_{q-1}\frac{d\omega_q}{dt}\right] \\ &= X(r)\,\omega_1\omega_2\ldots\omega_q + r\sum \omega_1\ldots\omega_{i-1}(a_{i1}\omega_1 + a_{i2}\omega_2 + \ldots + a_{iq}\omega_q)\,\omega_{i+1}\ldots\omega_q \\ &= [X(r) + r(a_{11} + a_{22} + \ldots + a_{qq})]\,\omega_1\ldots\omega_q = 0, \end{aligned}$$

et ce théorème le démontre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Caractérisation métrique de l'espace de Hilbert, des espaces vectoriels et de certains groupes métriques.* Note [1] de M. N. ARONSZAJN.

On connaît des propriétés métriques caractérisant l'espace H (de Hilbert) considéré comme un espace métrique [2]. M. Fréchet a donné [3] une caractérisation métrique de l'espace H complexe, considéré comme un espace vectoriel complexe et normé. MM. Jordan et von Neumann [4] ont ensuite simplifié la condition de M. Fréchet. Je vais exposer ici certains développements concernant ce genre de problèmes.

1. La condition simplifiée trouvée par MM. Jordan et von Neumann peut être transformée de manière à donner le théorème suivant : *pour qu'un espace vectoriel complexe normé généralisé* [5] *forme un espace* H, *il faut et il suffit qu'il soit séparable, complet, de dimension infinie et que pour tout couple de vecteurs x et y on ait*

$$\text{(R)} \qquad \left\| \frac{x+y}{2} \right\| = \frac{1}{2}\sqrt{2\|x\|^2 + 2\|y\|^2 - \|x-y\|^2}.$$

C'est la formule élémentaire exprimant la médiane $\|(x+y)/2\|$ en fonction des côtés $\|x\|$, $\|y\|$ et $\|x-y\|$ dans le triangle Oxy.

Mais la condition (R) peut être remplacée par une autre, beaucoup plus faible. Il suffit notamment *que la médiane* $\|(x+y)/2\|$ *soit parfaitement déterminée par les côtés* $\|x\|$, $\|y\|$ et $\|x-y\|$, c'est-à-dire qu'il existe une relation

$$(\alpha) \qquad \left\| \frac{x+y}{2} \right\| = \frac{1}{2}\varphi(\|x\|, \|y\|, \|x-y\|).$$

avec une fonction non négative $\varphi(\alpha, \beta, \gamma)$ telle que $\varphi(\alpha, 0, \alpha) = \alpha$ (ceci donne $\|2x\| = 2\|x\|$).

2. Soit E un espace métrique (distancié au sens de Fréchet). La distance

---

[1] Séance du 21 octobre 1935.

[2] Cf. K. MENGER, *Ergebnisse eines math. Kolloquiums*, 1, 1931, p. 26 et W. A. WILSON, *Amer. Journal of Math.*, 57, 1935, p. 323.

[3] et [4] Voir *Annals of Math.*, 36, 1935, p. 705 et 719.

[5] Normé généralisé veut dire que la distance $\|x\|$ de x à l'origine satisfait seulement à la condition $\lim_{\varepsilon=0} \|\varepsilon x\| = 0$, tandis que dans les espaces vectoriels normés (tout court) elle satisfait à $\|\varepsilon x\| = |\varepsilon| . \|x\|$.

de deux points a et b de E sera marquée par $\overline{a,b}$. Les points a, b, c sont dits *alignés* si $\overline{a,b}=\overline{a,c}+\overline{b,c}$, ou $\overline{a,b}=\overline{a,c}-\overline{b,c}$ ou $\overline{a,b}=\overline{b,c}-\overline{a,c}$. Dans le premier cas c est appelé *entrepoint* de a et b. L'ensemble des entrepoints des a et b forme le segment $I(a, b)=I(b, a)$. L'ensemble des points alignés avec a et b sera désigné par $L(a, b)$. L'espace E est *convexe* (au sens de Menger), si tout segment $I(a, b)$ renferme des points différents de a et b. E sera appelé *parfaitement convexe*, si l'ensemble $L(a, b)$ est isométrique avec l'axe réel entier. Dans ce cas $I(a, b)$ est isométrique avec l'intervalle $0 \leqq \xi \leqq \overline{a, b}$.

Soient maintenant M un ensemble métrique et m un de ses points. m sera dit *centre de rotation* de M, s'il y a une transformation isométrique f de M en lui-même telle que $f(m)=m$. Ce sera un *centre de quasi-symétrie*, si l'on a $ff(x)=x$ et si pour un $K>1$: $\overline{f(x),x} \geqq K\overline{m,x}$. Ce sera enfin un centre de *symétrie*, si en plus : $\overline{f(x),x}=2\,\overline{m,x}$ [c'est-à-dire si m est entrepoint entre x et $f(x)$]. Les transformations f correspondantes seront appelées respectivement *rotation*, *quasi-symétrie* et *symétrie*.

Ces notions prennent de l'importance en vertu du lemme fondamental :

Lemme. — *Si un ensemble métrique borné* M *possède un centre de quasi-symétrie, il ne peut contenir aucun autre centre* (*même de rotation*).

3. Considérons maintenant un groupe additif (pour l'instant non nécessairement abélien) et métrique G. La distance peut y être définie à l'aide de la *norme généralisée* $\|x\|$, notamment $\overline{a,b}=\|b-a\|=\|-a+b\|=\|a-b\|$. La fonction $\|x\|$ sera appelée *quasi-norme* et le groupe G *quasi-normé*, si pour un $K>1$ et pour tout $x \neq 0$, $\|2x\|>K\|x\|$. La fonction $\|x\|$ est une *norme* et G *normé*, quand $\|2x\|=2\|x\|$, c'est-à-dire quand x est un entrepoint entre 0 et $2x$. G est *parfaitement normé* quand à part x il n'y a aucun autre entrepoint y entre 0 et $2x$ avec $\|y\|=\|x\|$. Enfin, le groupe G sera dit *semi-vectoriel*, si pour tout x de G il existe un élément y désigné $x/2$ *et un seul* avec $2y=x$.

Un espace vectoriel forme toujours un groupe abélien semi-vectoriel. Un groupe abélien semi-vectoriel, normé et complet (comme espace métrique) forme un espace vectoriel, normé et complet. L'espace de Hilbert est parfaitement normé. Le plan muni de la norme $\|x+iy\|=|x|+|y|$ est normé sans être parfaitement normé. Un groupe semi-vectoriel et normé est convexe. Un groupe semi-vectoriel parfaitement normé et complet est parfaitement convexe.

Dans un groupe quasi-normé (respectivement normé) tout élément m est un centre d'une quasi-symétrie (respectivement symétrie) transfor-

mant o en $2m$ [notamment $f(x) = m - x + m$]. Dans un groupe abélien cette quasi-symétrie (respectivement symétrie) pour $m = a + b$ transforme $2a$ en $2b$.

Un groupe métrique G sera dit *localement semi-vectoriel et quasi-normé*, si, pour tout x d'un certain voisinage V de l'élément o, il existe dans V un élément $x/2$ et un seul, cet élément satisfaisant à $\|x\| \geqq K \|x/2\|$ pour un $K > 1$ fixe. Le groupe G sera appelé *bien enchaîné*, s'il est engendré par n'importe quel voisinage de son élément o.

THÉORÈME. — *Soit* G *un groupe abélien, bien enchaîné et localement semi-vectoriel et quasi-normé. S'il existe une transformation isométrique de* G *sur un groupe métrique* G_1, *elle est formée d'une isomorphie représentant* G *sur* G_1 *suivie d'une translation dans* G_1 (*c'est-à-dire d'une transformation* $x' = x + a$ *de* G_1 *en lui-même*) [1].

Le lemme énoncé plus haut joue un grand rôle dans la démonstration.

Ce théorème prouve qu'un groupe G est complètement caractérisé, en tant que groupe métrique, par ses propriétés métriques seules. Nous donnerons dans une autre Note la caractérisation métrique effective des groupes considérés.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Nouvelle remarque sur le maximum des fonctionnelles semi-continues*. Note [2] de M. **Antoine Appert**, présentée par M. Émile Borel.

I. Dans un Ouvrage récent [3] nous avons démontré, pour la première fois croyons-nous dans le cas très général où nous nous placions, qu'un certain nombre de conditions simples de natures variées sont chacune nécessaire et suffisante pour que toute fonctionnelle (réelle finie) semi-continue supérieurement sur un ensemble abstrait E atteigne un maximum sur cet ensemble. Ces résultats s'appliquaient aux ensembles E appartenant à des espaces $(\mathcal{V})$ (espaces où les voisinages ne sont soumis à aucune restriction) vérifiant la condition suivante :

α. Tout ensemble de fermeture $\overline{E} = E + E'$ est tel que $\overline{\overline{E}} = \overline{E}$.

---

[1] Ce théorème pour les espaces G et G_1 vectoriels normés a été obtenu par MM. S. Mazur et S. Ulam (*Comptes rendus*, 194, 1932, p. 946).

[2] Séance du 28 octobre 1935.

[3] *Propriétés des espaces abstraits les plus généraux*, Paris, 2, 1934, p. 104.

L'objet de la présente Note est de démontrer que certains de ces résultats, sans s'étendre pour autant aux espaces $(\mathcal{V})$ les plus généraux, restent exacts dans les espaces $(\mathcal{V})$ vérifiant les conditions 2° et 3° de Riesz, conditions qui peuvent s'énoncer de la manière suivante :

2° On a toujours $\overline{E+F} \subset \overline{E} + \overline{F}$.

3° Si un ensemble E n'a qu'un seul élément, on a $\overline{E} = E$.

L'intérêt du complément que nous apportons ici à nos recherches antérieures provient de ce qu'il existe des espaces $(\mathcal{V})$ vérifiant 2° et 3° sans vérifier α; c'est le cas de certains espaces $\mathcal{L}$ (c'est-à-dire pourvus de la notion de *limite*) comme l'espace des fonctions de Baire. D'ailleurs les espaces, qui sont $\mathcal{L}$ au sens de M. Fréchet (1), sont tous des espaces $(\mathcal{V})$ vérifiant 2° et 3°, de sorte que les résultats que nous allons indiquer leur sont applicables.

Remarquons aussi que, comme nous l'avons établi (2), il existe des espaces $(\mathcal{V})$ vérifiant α sans vérifier 2° et des espaces $(\mathcal{V})$ vérifiant α sans vérifier 3°, de sorte que les propositions obtenues dans notre ouvrage ne résultent pas de celles que nous allons donner.

II. Nous renvoyons à notre ouvrage cité pour la terminologie adoptée dans les espaces $(\mathcal{V})$. Nous rappellerons seulement les définitions suivantes :

Un point a est *point d'accumulation* d'un ensemble e si chaque voisinage de a contient au moins un point de e distinct de a; il est *point d'accumulation maximée de e* si chaque voisinage de a contient un ensemble de points de e ayant même nombre cardinal que e.

Un ensemble E est *compact en soi au sens large* si, pour chaque sous-ensemble infini dénombrable e de E, il existe un point a de E qui est point d'accumulation maximée de e.

Une famille d'ensembles est *monotone* si, étant donné deux ensembles quelconques de cette famille, il y en a toujours un qui est un sous-ensemble de l'autre.

Un ensemble E possède *la propriété cantorienne restreinte* si, pour chaque famille monotone et infinie dénombrable de sous-ensembles non vides de E, il existe au moins un point de E commun aux fermetures de tous les ensembles de cette famille.

Si alors nous considérons les sous-ensembles d'un espace $(\mathcal{V})$ déterminé, nous poserons :

C = classe des ensembles compacts en soi au sens large;
D = classe des ensembles possédant la propriété cantorienne restreinte;

---

(1) M. Fréchet, *Les espaces abstraits* ..., Paris, 1928, p. 170.

(2) Dans notre Ouvrage cité, 1, p. 19-20.

S = classe des ensembles E tels que chaque fonctionnelle (réelle finie) semi-continue supérieurement sur E soit bornée supérieurement sur E et atteigne sa borne supérieure sur E.

Nous rappelons que nous avions démontré [1] que dans tout espace $(\mathcal{V})$ on a $C = D \subset S$, avec en général $C \neq S$; tandis que dans un espace $(\mathcal{V})$ vérifiant α on a $C = D = S$. Nous allons établir que :

THÉORÈME. — *Dans tout espace $(\mathcal{V})$ vérifiant 2° et 3° (et en particulier dans tout espace $\mathcal{L}$), on a* $C = D = S$.

Démonstration. — On part du fait, facile à établir, que dans un espace $(\mathcal{V})$ vérifiant 2° et 3° il y a identité entre les points d'accumulation et les points d'accumulation maximée d'un ensemble infini dénombrable (ceci montre en particulier que l'on peut alors supprimer sans inconvénient le mot « maximée » dans la définition des ensembles compacts en soi au sens large).

Il nous suffit de démontrer que $S \subset C$. Soit donc E un ensemble qui ne soit pas de classe C; alors il existe un ensemble infini dénombrable e formé des points distincts $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$, inclus dans E et tel qu'un point de E ne soit jamais point d'accumulation de e. Nous posons $f(x) = 0$ si $x \in E - e$ et $f(a_n) = n$.

Soit alors a un point arbitraire de E. Il existe un voisinage V_a de a ne contenant aucun point de e sauf peut-être a. L'hypothèse que $x \in E . V_a$ entraîne donc $f(x) \leqq f(a)$.

Par conséquent $f(x)$ est semi-continue supérieurement sur E sans être bornée supérieurement sur E. Donc E n'est pas de classe S.

C. Q. F. D.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une échelle rationnelle de classement des carburants.* Note de M. **Max Serruys**, présentée par M. Émile Jouguet.

Étudiant l'influence de la nature du carburant consommé sur les possibilités énergétiques des moteurs à explosion, l'auteur a été amené à faire les constatations suivantes, qu'on pouvait du reste prévoir *a priori* :

1° Deux essences ayant même taux d'octane, mais des pouvoirs calorifiques différents ne permettent pas en général d'obtenir, dans un moteur donné, la même pression moyenne ni la même pression maxima, que le degré de remplissage soit réglé ou non d'après la limite de détonation.

---

(1) Dans notre Ouvrage cité, 2, p. 104.

L'apparition du régime détonant a lieu en effet pour une puissance moindre dans le cas d'une essence à bas pouvoir calorifique que dans le cas d'une essence à pouvoir calorifique élevé ayant même indice d'octane. Finalement, la première de ces deux essences ayant même taux d'octane se comporte pratiquement comme plus détonante que l'autre (lors de son utilisation dans un moteur suralimenté par exemple).

2° Les puissances réalisables dans les mêmes conditions avec des essences de même taux d'octane et de pouvoirs calorifiques différents ne sont pas rigoureusement proportionnelles à ces derniers;

3° Il est extrêmement difficile de prévoir quelle sera la plus avantageuse, à l'usage, de deux essences ayant, l'une un taux d'octane élevé et un pouvoir calorifique relativement bas, et l'autre un taux d'octane plus faible et un pouvoir calorifique supérieur, et encore davantage de chiffrer le gain de puissance qu'on pourra réaliser en passant de l'une à l'autre après adaptation convenable du moteur;

4° Dans ces conditions, la connaissance du taux d'octane, qui ne vise qu'à préciser la résistance d'un carburant donné à la détonation, apparaît comme insuffisante pour déterminer la valeur d'utilisation de ce carburant dans les moteurs à explosion, même si elle est complétée par celle du pouvoir calorifique de celui-ci, et, au besoin, par la courbe de distillation, par l'indice de soufre, par l'étude des résidus, gommes, etc.

L'auteur a donc préféré recourir à une détermination expérimentale directe, de forme appropriée, fournissant une indication *synthétique*.

A cet effet, il propose ce qui suit :

Utiliser un moteur très robuste à régime fixe, *alimenté en air conditionné* (température et degré hygrométrique déterminés une fois pour toutes), *sous pression variable*, avec température d'eau et d'huile constante, dont le taux de compression serait choisi de manière à permettre l'alimentation sous la pression atmosphérique normale et à la limite de détonation avec un mélange d'heptane et d'isooctane en proportions à choisir, ou avec de l'isooctane pur (l'avance à l'allumage étant réglée une fois pour toutes, de manière à donner le maximum de puissance avec le carburant de base).

Ceci posé, chaque carburant serait dosé de manière à obtenir un pourcentage donné d'oxyde de carbone à l'échappement (2 pour 100 par exemple), et la pression d'alimentation serait accrue jusqu'à l'apparition du cognement. *La puissance mesurée à ce moment et rapportée à celle qui aurait été fournie par le mélange étalon représenterait l'indice synthétique du carburant.*

Cet *indice synthétique* pourrait, comme on va le voir, se susbtituer au taux d'octane et, éventuellement, être complété par un indice proportionnel à la consommation spécifique réalisée et par l'indication des caractéristiques accessoires du carburant (volatilité, etc.).

Du point de vue pratique, l'échelle de classement des carburants ainsi définie présenterait l'avantage d'être applicable à tout carburant capable de brûler dans un moteur à essence ordinaire, et constituerait certainement pour l'utilisateur un élément d'appréciation bien plus facile à interpréter que l'indice d'octane. Dans le cas par exemple où les utilisateurs feraient usage de moteurs suralimentés, la puissance correspondant à la limite de détonation aurait toutes chances d'être proportionnelle à la valeur du nouvel indice.

Du point de vue théorique aussi, l'indice synthétique apparaît comme donnant une mesure beaucoup plus satisfaisante de la résistance à la détonation du combustible étudié que l'indice d'octane. Il est évident en effet que, la pression d'admission étant seule variable, la puissance et, par conséquent, le nouvel indice, doivent croître sensiblement en raison directe de la pression maxima réalisée pendant le cycle (1). Or, c'est précisément la pression maxima que le mélange carburé peut supporter sans détoner au cours d'un cycle qui, d'après la théorie que nous avons exposée précédemment sous le nom de théorie de l'inflammation nucléaire, doit constituer le critérium le plus caractéristique de la qualité plus ou moins détonante du combustible employé (2).

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'activité des ions chlore dans quelques solutions de chlorures complexes de cobalt et de chrome* (III). Note (3) de MM. **Marcel Châtelet** et **François Kertész**, présentée par M. Georges Urbain.

La détermination de l'activité des ions chlore dans des solutions de chlorures complexes est susceptible d'apporter des renseignements sur la nature des différents ions en solution.

---

(1) La combustion s'effectuant, bien entendu, toujours dans le même moteur avec les mêmes réglages et la même température d'admission.

(2) Assurément la mesure directe de la pression maxima correspondant à la limite de détonation constituerait une méthode très logique d'essai; mais cette méthode, applicable dans le laboratoire et adoptée par l'auteur pour ses propres essais, serait vraisemblablement trop délicate pour être aisément généralisée.

(3) Séance du 28 octobre 1935.

Nous avons déterminé le potentiel d'une électrode au chlorure d'argent par rapport à des solutions de concentrations variables de quelques chlorures complexes. Cette électrode est réversible dans les solutions de chlorures et donne ainsi des potentiels stables et bien définis. Les différences de potentiel ont été mesurées par rapport à une électrode à calomel saturé dans la chaîne

$$Ag/AgCl,\ X,\ \text{Gélose}/Hg^2Cl^2\ \text{sat.}/Hg,$$

où X représente la solution étudiée.

Les complexes étudiés sont :

1. Chlorure de cobalt (III) chloropentammine.
2. Chlorure de cobalt (III) aquopentammine.
3. Chlorure de chrome (III) chloropentammine.

D'autre part nous avons déterminé le potentiel de l'électrode pour diverses concentrations de KCl et $BaCl^2$. Les potentiels observés sont donnés par le tableau ci-dessous :

Concentration en mol.-gr.	KCl.	$BaCl^2$.	Potentiels en volts. N° 1.	N° 2.	N° 3.
1	−0,007	–	–	–	–
0,1	+0,044	–	–	–	–
0,01	0,096	+0,086	+0,096	+0,094	+0,093
0,004	0,111	0,099	0,111	0,110	0,106
0,002	0,127	0,115	0,127	0,125	0,120
0,001	0,141	0,126	0,141	0,139	0,133
0,0005	0,154	0,141	0,156	0,154	0,143
0,00025	0,171	0,156	0,171	0,169	0,156
0,0002	0,176	0,161	0,176	0,173	0,159

Température........... 20°

Ces valeurs ont la moyenne de 20 à 30 mesures.

En prenant pour les concentrations une échelle logarithmique, les valeurs obtenues pour KCl, $BaCl^2$ et les deux sels de cobalt (n°s 1 et 2) se placent sur des droites parallèles. Si l'on admet, que les chlores ne faisant pas partie du radical complexe sont complètement ionisés dans ces solutions, les résultats obtenus devraient se placer pour les corps 1 et 3 sur la droite donnée par les solutions de $BaCl^2$ et pour le corps n° 2 sur une droite parallèle, mais encore plus basse dans l'échelle des potentiels. En fait nous observons, que les droites obtenues pour les corps 1 et 2 sont très voisines de la droite donnée par KCl et que pour le corps n° 3 (sel de

chrome) les valeurs se répartissent sur une courbe, qui tangente à la droite de KCl pour les fortes concentrations s'abaisse pour se rapprocher de la droite de $BaCl^2$, lorsque la concentration diminue et surtout au delà de $M = 0,001$.

Il en résulte que, dans le domaine des concentrations étudiées, les deux sels de cobalt donnent une activité des ions chlore, qui est sensiblement la même, que celle, qu'on observerait pour un composé n'ayant qu'un seul chlore ionisable. Pour le sel de chrome la dissociation du deuxième ion chlore, faible au voisinage de $M = 0,001$, augmente progressivement et semble pratiquement totale au voisinage de $M = 0,0002$.

ÉLECTROCHIMIE. — *Étude du pouvoir de pénétration des bains électrolytiques.* Note [1] de MM. **Albert Portevin** et **Michel Cymboliste**, présentée par M. Georges Urbain.

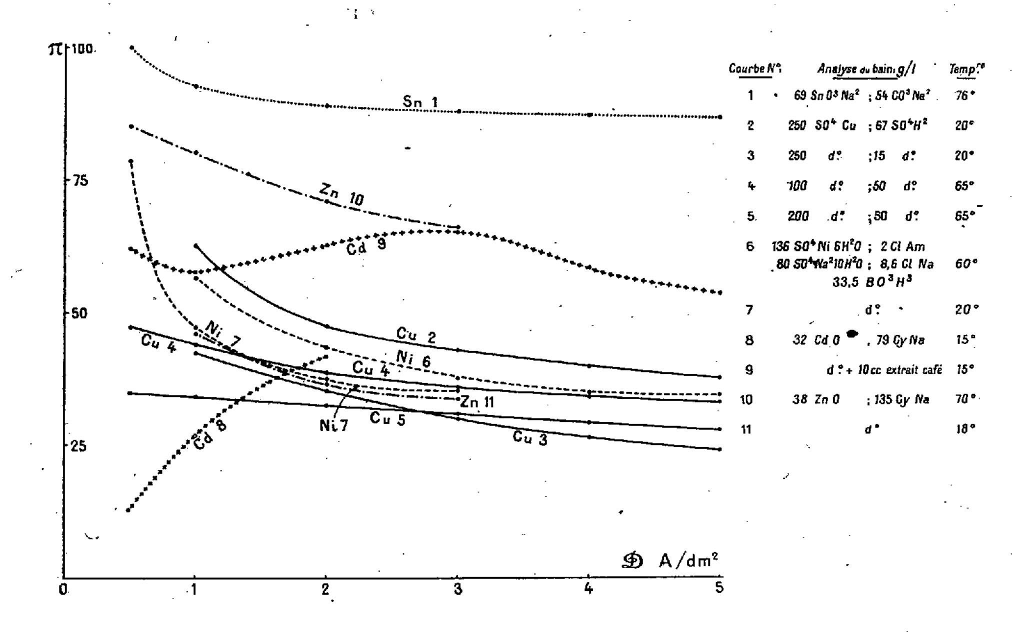
Nous avons évalué [2] le *pouvoir de pénétration* Π (*throwing power*) des bains électrolytiques au moyen d'éprouvettes en forme de dièdre sur lesquelles on détermine pondéralement la répartition du dépôt métallique superficiel ou indice d'inégalité d'épaisseur $1/\Pi$. Cette éprouvette, d'exécution compliquée, nécessitant un usinage précis, était onéreuse, ne pouvait servir qu'à des essais de laboratoire non transposables à l'atelier; elle ne permet pas, à cause des angles vifs, l'étude des densitées élevées de courant et des durées prolongées d'électrolyse (formation d'arborescences se détachant, éclatement des dépôts, etc.); les résultats dépendent de l'orientation par rapport à l'anode et à la surface du bain et manquent de sensibilité.

En effet, l'étude que nous avons faite de la distribution du dépôt sur la surface [2] montre que son épaisseur éprouve une variation très rapide dans le voisinage de la périphérie, passant d'une valeur moyenne élevée e dans la zone externe ou enveloppante de surface s, à une valeur faible et sensiblement uniforme ε dans la zone intérieure ou enveloppée de surface S; les déterminations se font par pesée du dépôt et du support d'épaisseur E, on mesure donc $S(E+\varepsilon)/s(E+e)$ alors que l'on désire connaître ε/e. Il faut pour accroître la sensibilité diminuer au maximum E, prendre $S = s$, séparer le plus possible les zones externe et interne, c'est-à-dire composer

(1) Séance du 28 octobre 1935.

(2) A. Portevin et M. Cymboliste, *XIVe Congrès de Chimie industrielle*, Paris, octobre 1934.

l'éprouvette en deux parties, l'une enveloppant complètement l'autre, tout en permettant la libre circulation de l'électrolyte. Pour cela on a eu recours à une nouvelle éprouvette constituée par deux hélices coaxiales de 5 et 20^{mm} de diamètre en fil fin (diamètre $0^{mm},5$) et ayant chacune une surface de 10^{cm^2}; deux écrans non conducteurs protègent les spires extrêmes et procurent un dépôt sensiblement uniforme sur la longueur, dépôt entourant



chaque fil et par conséquent ne s'en détachant pas, ce qui permet l'étude des bains en dehors des conditions usuelles et normales d'utilisation. Cette éprouvette, très facile à confectionner en tout métal ductile, peut se placer en un point quelconque d'une cuve de n'importe quelle dimension en disposant l'axe vertical. On mesure les accroissements de poids p et P des hélices intérieure et extérieure (¹) et l'on a $\Pi = p/P . 100$.

Les trois caractéristiques d'un bain électrolytique, rendement en courant $\mathcal{R}$, conductivité de l'électrolyte λ et pouvoir de pénétration Π dépendent toutes trois de multiples variables communes : température θ, concentration ξ, acidité pH de la gaine cathodique, densité de courant $\mathcal{D}$,

---

(¹) On note également les longueurs recouvertes par le dépôt métallique sur les fils d'amenée de courant recouverts d'un tube en verre, ce qui fournit une indication qualitative très simple de Π, mais manque de précision, parce qu'il est souvent difficile de situer la limite du dépôt.

viscosité η, polarisation cathodique, présence d'agents organiques ou minéraux, etc.; mais il ne faudrait pas en déduire qu'il existe des relations simples entre Π et les deux caractéristiques $\mathcal{R}$ et λ, c'est ce que montre l'étude que nous avons faite de l'influence de ces variables pour des bains usuels ayant donné industriellement satisfaction pour des dépôts de cadmium et de zinc (électrolyte à base de cyanure) d'étain (à base de stannate de sodium), de nickel et de cuivre (à base de sulfates) et de chrome (à base d'acide chromique) expérimentés dans des cuves de contenances variées de 1 jusqu'à 2000 litres, en général 4 litres.

Influence de la densité de courant $\mathcal{D}$. — Lorsque $\mathcal{D}$ augmente, Π diminue, sauf dans certains bains de Cd ou de Cr (*fig.* 1, courbes 1 à 11).

Influence de la température θ. — Lorsque θ augmente, Π diminue pour Cu, Cd, Zn, mais croît pour Ni en bains dilués, alors qu'il varie peu pour Cr en bain concentré et en général pour les fortes densités de courant (*fig.* 1, courbes 2, 5, 6, 7, 10 et 11).

Influence de la concentration ξ *en sels du métal à déposer*. — Lorsque ξ augmente, Π augmente dans le bain de Ni jusqu'à une certaine limite; pour Cr et Cu, la variation est faible (*fig.* 1, courbes 4 et 5).

Relation avec la conductivité λ (*fig.* 1, courbes 2 et 3). — A égalité de λ, Π dépend de $\mathcal{D}$, comme il vient d'être dit, et de la nature des sels présents (exemple : SO^4Na^2 donne un meilleur Π que SO^4 Ni). En augmentant la conductivité par l'élévation de θ ou de ξ, ou l'addition d'agents conducteurs, on constate, soit une augmentation de Π (exemple : de Ni par élévation de θ et de ξ, de Cu par addition de SO^4H^2), soit une diminution (exemple : de Cu par élévation de θ et de ξ, de Zn par élévation de θ et de Cd par accroissement de θ ou de SO^4Na^2).

Relation avec le rendement $\mathcal{R}$. — L'élévation de $\mathcal{D}$ qui diminue Π pour tous les métaux étudiés sauf Cd, agit peu sur $\mathcal{R}$ pour Cu et Ni et diminue $\mathcal{R}$ pour les autres, sauf pour Cr dont le rendement est accru.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les phénomènes d'électrofiltration dans l'électrolyse des gels*. Note de M. **Jean Swyngedauw**, présentée par M. Jean Perrin.

Comme l'a fait remarquer M. Jean Perrin, le système réticulaire d'un gel est assimilable à un corps poreux baigné de liquide et peut donner lieu aux phénomènes d'électrofiltration (osmose électrique).

Théoriquement, les électrolytes peuvent agir diversement sur ces phéno-

mènes : suivant leur nature et leur concentration, ils peuvent modifier l'importance et parfois le signe de la *polarisation* des parois du système réticulaire filtrant; d'autre part, l'introduction de l'électrolyte en une région limitée du gel modifie la répartition du champ électrique, en y réduisant d'autant plus la chute ohmique que la conductivité électrique a été plus augmentée.

Nos expériences ([1]) montrent que, pour des concentrations moyennes, c'est ce dernier facteur qui l'emporte; tous nos résultats s'interprètent par une inhibition du phénomène d'électrofiltration dans les régions enrichies en électrolyte, quelle que soit la nature de ce dernier. Lorsque le sens d'électrofiltration est dirigé d'une zone pauvre en ions (à filtration rapide) vers une zone très conductrice (à électrofiltration inhibée), il y a accumulation de liquide et gonflement à leur limite de séparation. Au contraire, on constate un dégonflement, dans le cas où le flux est dirigé d'une région riche vers une région pauvre en électrolyte. On peut dire plus rapidement que, dans une région donnée, *si le sens du gradient de concentration ionique et le sens d'électrofiltration sont les mêmes, il y a gonflement;* au contraire, *si ces éléments sont de sens inverse, il y a dégonflement.* Cette règle s'applique à tous nos résultats expérimentaux : dans un gel de gélatine d'un pH supérieur à 4,7 les molécules de gélatine sont ionisées négativement, la veine liquide est chargée positivement, et se déplace vers la cathode. L'introduction d'électrolyte en un point donné détermine un gonflement du côté de l'anode et un dégonflement du côté de la cathode; c'est le phénomène inverse qui se produit au-dessous du pH 4,7 où la veine liquide est chargée négativement et se dirige vers l'anode.

Pour la gélose, la veine est toujours chargée positivement ainsi qu'on l'a vérifié directement; quel que soit le pH les résultats sont les mêmes que pour la gélatine de forme alcaline.

Tous les résultats sont inversés si l'on active en un point donné les phénomènes d'électrofiltration en traitant localement un gel légèrement chloruré par lavage à l'eau distillée.

La formation et l'extension de la *dépression isoélectrique* ([2]) relève d'un mécanisme très particulier dont nous n'exposerons que l'essentiel; considérons dans un gel plus basique que le point isoélectrique par exemple au pH 7, une rigole remplie d'acide HCl N/10 ([2]) dans laquelle plonge une

---

([1]) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 2078.

([2]) *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 193.

électrode en platine. Après quelques instants, l'acide diffuse progressivement dans le gel, de sorte que, en s'éloignant de l'anode vers la cathode, on trouve une zone de transition où les pH s'étagent depuis une valeur voisine de 1 (pH approximatif de HCl N/10) jusqu'à 7 (pH du gel) et en particulier il existe une tranche étroite de pH 4,7.

Lorsqu'on établit le courant, cette tranche très mince, dont les mailles ne sont pas polarisées n'est pas soumise à l'électrofiltration, mais elle est en contact avec des tranches où les flux d'électrofiltration sont dirigés en sens inverse, vers l'anode, du côté anodique, vers la cathode du côté cathodique. Elle tend donc a perdre du liquide.

Dans les conditions d'expériences envisagées, c'est seulement vers la cathode que la zone isoélectrique peut s'étendre, et voici comment : la tranche de pH immédiatement supérieur à 4,7 et les suivantes perdent du liquide, sans en recevoir ; leur gonflement se poursuivrait jusqu'à dessication complète si l'apport d'ions H^+ par le courant d'électrolyse ne venait automatiquement limiter la déperdition du liquide. Cette migration d'ions H équivalant au déplacement d'un flux acide, abaisse en effet progressivement le pH de cette tranche jusqu'à la valeur 4,7 réduisant jusqu'à l'annuler la polarisation des mailles du gel et annihilant du même coup le flux d'électrofiltration. Cette tranche de gel, parvenue à la valeur isoélectrique, n'est plus traversée par aucun flux liquide : son état de gonflement est stabilisé. Les ions H qui la traversent, vont amener au point isoélectrique les tranches suivantes ; c'est ainsi que de proche en proche s'effectue l'extension vers la cathode de la zone isoélectrique.

La combinaison du flux d'ions H^+ avec la gélatine de forme alcaline, à la limite de progression, peut se schématiser de la façon suivante :

$$\underset{\text{Gélatine métallique.}}{G^{OH^-}M^+} + H^+ = \underset{\text{Gélatine isoélectrique.}}{G} + H^2O + M^+.$$

La réaction se traduit par la perte d'un ion H^+ c'est-à-dire par une diminution de la conductibilité, ce qui est bien conforme à l'expérience.

Du côté de l'anode, la dépression isoélectrique ne peut guère progresser, car le flux d'électrofiltration dirigé cette fois vers l'anode est limité dans sa progression par la diffusion de l'acide qui tend à envahir le gel. Mais, si les conditions sont convenables, par exemple dans l'électrolyse directe d'un gel de pH = 3, la zone isoélectrique s'étend vers l'anode à partir de la cathode par déperdition de HCl à la limite de progression.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'émission de l'oxyde de sélénium* SeO. Note de MM. **Léon Bloch, Eugène Bloch** et **Choong Shin-Piaw**

1. L'étude du spectre d'absorption de l'anhydride sélénieux, dont nous avons indiqué récemment les résultats essentiels ([1]), nous a conduits à celle de son spectre d'émission. La méthode d'excitation la plus commode de cette vapeur consiste à placer le tube qui la contient, et qui doit être légèrement chauffé, dans la self d'un oscillateur à ondes entretenues analogue à ceux qu'a décrits M. Esclangon.

Le spectre obtenu s'étend de 3800 à 2880 angströms environ et paraît entièrement nouveau. Aux longueurs d'onde plus grandes, il est en grande partie masqué par le spectre de bandes du sélénium, car on ne saurait éviter une décomposition partielle de l'anhydride par la décharge elle-même, avec mise en liberté de sélénium. Le nouveau spectre comprend une trentaine de bandes, dont une grande partie possèdent des têtes doubles, la composante de plus grande longueur d'onde étant la plus intense, mais la moins nette. Toutes les bandes sont dégradées vers le rouge et un assez grand nombre d'entre elles présente une structure de rotation déjà bien visible avec la dispersion utilisée (8 angströms par millimètre environ). L'aspect général du spectre est très régulier, ressemble à celui du spectre de SO, et a tous les caractères d'un spectre de molécule diatomique. Il semble hors de doute que ce spectre appartient à la molécule SeO.

2. Les mesures conduisent, pour les bandes, à une distribution particulièrement régulière pour les têtes qui, lorsqu'elles sont doubles, appartiennent au groupe le moins intense, mais le plus net. L'ensemble de ces têtes est représenté avec une bonne précision par la formule

$$\nu = 33373,5 + \left[533,4\left(v' + \frac{1}{2}\right) - 8,7\left(v' + \frac{1}{2}\right)^2\right] - \left[908,9\left(v'' + \frac{1}{2}\right) - 4,8\left(v'' + \frac{1}{2}\right)^2\right],$$

dans laquelle ν représente comme à l'ordinaire le nombre d'ondes par centimètre, v' et v'' les quanta de vibration dans l'état excité et dans l'état normal.

La progression v'' qui correspond à $v' = 0$ comprend 8 bandes. Elle com-

([1]) Léon Bloch, Eugène Bloch et Choong Shin-Piaw, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 654.

mence par la bande (0-1), qui est faible, et l'intensité croît jusqu'aux bandes (0-5) et (0-6), pour décroître ensuite jusqu'à la dernière bande observable. La bande (0-0) n'a pu être observée, mais le calcul en fixe avec une assez grande précision la position à $\nu_0 = 33184,7$.

Les progressions v'' qui correspondent à $v' = 1, 2, 3, 4$ comprennent respectivement 6, 5, 5 et 1 bandes observables. Les premières bandes observables de chacune des trois premières progressions sont les bandes (1-1), (2-0), (3-0); la bande unique qui a été observée dans la quatrième est la bande (4-1). Pour toutes ces progressions, comme pour la progression 0, l'intensité maximum est atteinte au milieu de la progression; il y a donc une certaine analogie avec la distribution des intensités dans le spectre de SO.

3. Nous avons signalé plus haut qu'un grand nombre des bandes précédentes sont doublées par d'autres bandes décalées vers le rouge par rapport aux premières. Nous pouvons préciser maintenant qu'il s'agit des bandes appartenant aux trois premières progressions, pour lesquelles v' a les valeurs 0, 1, 2. Pour les deux premières progressions le décalage est uniformément de $73\,\text{cm}^{-1}$, pour la troisième de $42\,\text{cm}^{-1}$. Les bandes des progressions 3 et 4 paraissent simples. L'interprétation de ces dédoublements, dont l'analogue ne paraît pas exister dans le spectre de SO, ne pourra sans doute être précisée qu'après l'étude de la structure de rotation des bandes.

Il résulte de la formule ci-dessus, qui résume l'ensemble des principaux résultats, que les fréquences fondamentales de vibration de la molécule SeO à l'état normal et à l'état excité sont 908,9 et $533,4\,\text{cm}^{-1}$. L'énergie de dissociation de la molécule à l'état normal se déduit de la même formule et est trouvée équivalente à 5,31 volts.

Indiquons pour terminer que ce travail était déjà achevé quand nous avons eu connaissance d'une courte Note sur le même sujet qui vient d'être publiée par Asundi, Jan-Khan et Samuel [1]. Leurs résultats, moins complets que ceux que nous donnons ici, paraissent être en accord convenable avec les nôtres.

---

[1] Asundi, Jan-Khan et Samuel, *Nature*, 136, 1935, p. 642.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Synthèse de radioéléments par des deutons accélérés au moyen d'un générateur d'impulsions.* Note de MM. **Frédéric Joliot**, **André Lazard** et **Pierre Savel**, présentée par M. Jean Perrin.

Divers dispositifs destinés à l'accélération des ions sous des très hautes tensions ou à la production de photons de grande énergie en vue de la production des radioéléments artificiels sont déjà établis dans plusieurs pays; il n'en existait pas en fonctionnement en France. Nous avons simultanément construit un générateur électrostatique du type Van de Graaf et utilisé un générateur d'impulsions de 3 millions de volts existant au Laboratoire Ampère de la Compagnie générale d'électrocéramique ([1]). Ce sont les premiers résultats obtenus par la méthode d'impulsions qui sont l'objet de cette Note.

Le générateur d'impulsions a son fonctionnement basé sur le principe de la charge en parallèle à travers des résistances de 20 étages de capacités et de leur décharge en série sur un circuit. Les 20 étages, comprenant 100 condensateurs peuvent être combinés de diverses façons par des couplages série-parallèle, permettant d'obtenir ainsi une grande gamme de tensions et de capacités. La capacité de chaque étage est 0,1 mf. et peut être chargé à une tension maximum de 150000 volts. Le générateur permet donc d'obtenir 3×10^6 volts lorsque les 20 étages sont en série. La capacité est alors de 4500 u.e.s. Les étages sont mis en série par l'amorçage d'éclateurs intermédiaires à boules. L'écartement de ces boules donne la mesure de la tension maximum du générateur dans un essai déterminé. La tension appliquée à un tube placé dans le circuit est mesurée par un éclateur à boules de 2^m de diamètre. Un oscillographe cathodique relié au circuit du tube permet de mesurer la tension appliquée en fonction du temps. Il est possible de produire les décharges à raison de une par 2 secondes. Nous avons travaillé généralement à une fréquence plus faible.

Le tube d'accélération des ions utilisé est analogue à celui construit par Brasch et Lange ([2]). Il est constitué par un empilement de rondelles d'aluminium, de caoutchouc et de bakélite formant une série de condensateurs (250). Cette disposition lamellaire permet de répartir uniformément

([1]) P. Schurp et M. Sollima, *Revue générale d'Électricité*, 37, 1935, p. 799; 38, 1935, p. 241.

([2]) *Zeits. für Phys.*, 70, 1931, p. 10.

la tension entre les deux électrodes. La flasque supérieure porte un bouchon rodé sur lequel peuvent s'adapter des électrodes de formes différentes. Dans les expériences décrites ci-dessous, l'électrode était formée par un canaliseur cylindrique constitué par un grand nombre de capillaires de pyrex. Ce canaliseur communique avec un réservoir contenant quelques centimètres cubes d'eau lourde. Une pression inférieure à $0^{mm},001$ de Hg étant établie dans le tube, le robinet à pointeau est ouvert et un jet de molécules d'eau dirigé suivant l'axe du tube est rapidement condensé par l'air liquide. Les cibles à irradier sont placées à la partie inférieure du tube (le tube est placé dans une cuve de porcelaine de 1^{m} de hauteur, remplie d'huile). Une installation de ce genre avait déjà été utilisée à Berlin pour produire des rayons X d'énergie supérieure à 1500 kV. L'action de ce rayonnement sur le glucinium, libère des neutrons en quantité suffisante pour obtenir des radioéléments. [L'expérience a été faite en bombardant le brome et l'iode par les neutrons (1).] Au lieu d'utiliser le tube comme générateur de rayons X nous l'avons employé pour accélérer les deutons. Les premières expériences furent faites avec des cibles de carbone et de bore. Les résultats furent positifs, les quantités de radioazote préparées ainsi, sont très supérieures à celles que nous avions obtenues en bombardant le bore avec les rayons α émis par les radioéléments naturels. En outre nous avons obtenu du radiocarbone qu'il nous était antérieurement impossible de préparer. L'activité du radioazote formé est suffisante pour être mesurée à l'aide d'un électroscope Pohl muni d'une chambre d'ionisation de 500^{cm^3}. Le tableau ci-dessous résume les résultats relatifs au $R^{13}N$ ($^{12}_{6}C + ^{2}_{1}H = ^{13}_{7}N + ^{1}_{0}n$).

Tension générateur.	Tension aux bornes du tube.	Activité en microcuries.	Courant d'ionisation u. e. s.
1140 kV...............	950 kV	très faible	–
1400	1100	0,016	10^{-4}
2000	1300	0,13	8×10^{-4}
2500	1400	0,32	2×10^{-3}

On voit que l'activité formée commence à être mesurable lorsque la tension aux bornes du tube atteint 950 kV environ, valeur plus élevée que la limite de 300 kV environ trouvée au moyen de tubes fonctionnant d'une façon continue (2). Ceci s'explique pour deux raisons : *a*. Les ions prenant

(1) *Nature*, **134**, 1934, p. 880.

(2) Cockroft, Gilbert et Walton, *Nature*, **133**, 1934, p. 328.

naissance dans toute la longueur du jet de molécules d'eau, une petite fraction de ceux-ci possèdent seulement l'énergie correspondant à la tension totale appliquée. *b*. La tension appliquée au tube passe au cours du temps par un maximum assez aigu, et c'est seulement pendant une fraction du temps de décharge que les ions accélérés ont une énergie suffisante pour provoquer la transmutation. Comme on doit s'y attendre on observe un accroissement rapide de la quantité de radioélément formé avec la tension de pointe appliquée au tube. Nous sommes actuellement limités pour élever la tension, par les dimensions insuffisantes de la cuve à huile, dimensions qu'il nous sera facile d'augmenter.

La méthode d'accélération des ions par impulsions présente sur les méthodes d'accélération sous tension continue, l'avantage de ne pas nécessiter dans les tubes des pressions extrêmement basses, difficiles à maintenir. Elle permet de travailler à des tensions plus élevées sans inconvénient pour le tube, la durée de chaque impulsion étant de quelques microsecondes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Variation des spectres de détonation avec la nature du gaz environnant.* Note [1] de MM. **Albert Michel-Lévy** et **Henri Muraour**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons montré [2] que l'intensité du phénomène lumineux observé au moment de la détonation d'un explosif varie considérablement avec la nature du gaz qui entoure cet explosif. Nous en avons conclu que l'origine du phénomène lumineux devait être recherchée dans l'activation du milieu environnant au passage de l'onde de choc [3]. Pour apporter un nouvel appui à cette hypothèse, nous avons étudié les spectres des luminosités obtenues en faisant détoner le mélange tétranitrométhane plus toluène dans différents gaz. Le changement de nature du gaz qui entoure l'explosif doit, en effet, si l'hypothèse formulée est exacte, entraîner une modification du spectre.

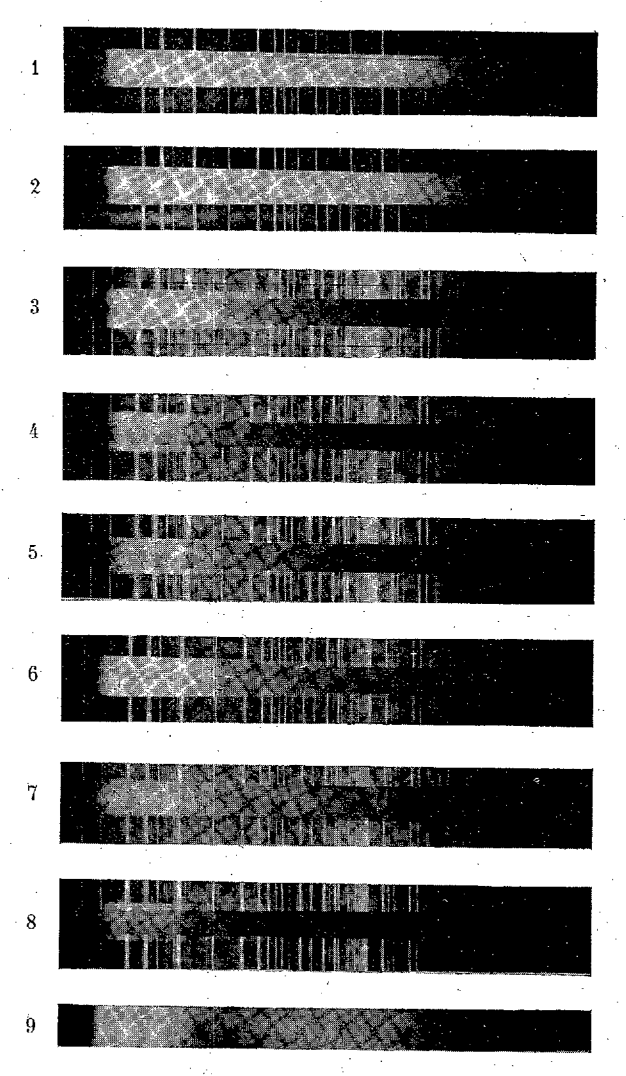
(1) Séance du 28 octobre 1935.

(2) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 2091, et **200**, 1935, p. 543 et 924. *Chimie et Industrie*, **32**, IV, octobre 1934, p. 783.

(3) D'autres expériences, exécutées avec des granules d'azoture de plomb disposés en collier, nous avaient antérieurement conduits à la même conclusion (*Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1499).

Nous avons opéré avec un petit spectrographe Hilger à prisme de quartz.

Nous reproduisons quelques spectres obtenus avec cet appareil. Plaques Fulgur 2100 HD.



1, *argon* (1 détonation, fente 3); 2, *krypton* (1 dét., fente 3); 3, *oxygène* (5 dét., fente 3); 4, *acide carbonique* (8 dét., fente 3); 5, *azote* (4 dét., fente 2); 6, *air* (5 dét., fente 3); 7, *hélium* (5 dét., fente 3); 8, *hydrogène* (5 dét., fente 3); 9, *chlore* (1 dét., fente 3).

Le spectre de référence est celui de l'arc au mercure.

Ces photographies montrent l'influence considérable exercée sur les spectres par la nature du gaz qui entoure l'explosif.

Parfois le fond continu prédomine, c'est le cas pour l'argon, le krypton, l'oxygène, l'acide carbonique. Le chlore donne également un spectre continu interrompu par la bande d'absorption de ce gaz. Pour d'autres gaz, le fond continu, s'il existe, est peu intense et le spectre est surtout composé de bandes ou de raies.

La faible dispersion du spectrographe utilisé rend difficile l'identification de ces bandes et raies qui manquent d'ailleurs souvent de netteté. Les bandes du cyanogène (y compris la bande 3360 Å qui est absente dans le spectre de l'arc au charbon) sont cependant très visibles dans le spectre de l'azote et dans celui de l'oxyde de carbone. L'étude au spectrophotomètre, exécutée par Mme Freyman, a d'ailleurs montré que ces bandes existent également dans les autres spectres, y compris les spectres continus de l'argon et du krypton. Cette étude a également montré la présence dans tous les spectres de raies métalliques. Enfin on observe souvent, en particulier dans les spectres de l'argon, la présence dans l'ultraviolet de la raie ultime du carbone à 2478 Å. L'existence de cette raie, des bandes du cyanogène et de raies métalliques, ne doit d'ailleurs pas surprendre; en effet, d'une part l'explosif utilisé (mélange de tétranitrométhane et de toluène) contient du carbone et détone dans une rainure creusée dans un bloc de laiton et, d'autre part, on sait que l'onde de choc est suivie d'un véritable « vent » capable d'entraîner dans la zone des hautes températures les gaz de l'explosion et les traces métalliques arrachées au support.

Une dernière remarque en terminant : la théorie indique que la température dans l'onde de choc dépend de la chaleur spécifique moléculaire du gaz traversé, cette température doit donc être plus élevée dans l'argon (gaz monoatomique) que dans l'oxygène (gaz diatomique) et plus élevée dans ce dernier que dans l'acide carbonique (gaz triatomique). Or la comparaison des spectres continus de ce gaz montre que, à intensité voisine dans le visible, l'extension dans l'ultraviolet (indice de haute température) est plus grande pour l'argon que pour l'oxygène et plus grande pour ce dernier que pour l'acide carbonique. Il y a dans ce fait un nouvel argument en faveur de l'hypothèse qui attribue les luminosités observées à l'excitation par l'onde de choc des molécules du gaz qui entoure l'explosif.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Distances entre les particules colloïdales dans les couches brillantes de certains sols d'oxyde de fer.* Note de M. **Wilfried Heller**, présentée par M. Aimé Cotton.

Entre les particules d'une solution colloïdale il y a des forces attractives qui amènent par exemple la coagulation quand elles l'emportent sur les forces de répulsion provenant de la couche double électrique des particules. Ces forces agissent à de longues distances. Ce fait, que faisaient prévoir les phénomènes d'élasticité d'écoulement et de thixotropie de certains sols, a été clairement démontré par la découverte, par H. Zocher (¹), de couleurs brillantes produites par des stratifications dans un sol d'oxyde de fer. Ce sont des tactoïdes (²) dans lesquels les tablettes colloïdales se rangent dans des couches qui gardent entre elles des distances très régulières. Ces couches sont assez éloignées les unes des autres pour qu'un faisceau lumineux qui se réfléchit sur l'ensemble subisse une interférence multiple. Nous avions trouvé un mode de préparation artificielle de ces couches brillantes par hydrolyse lente de solutions de $FeCl^3$. Cela a permis de pousser plus loin l'étude de ces objets (³).

L'apparition de ce phénomène d'interférence montrait déjà que les distances entre les strates successives de ces couches devaient être de l'ordre de la longueur d'onde. Des études effectuées à l'aide des rayons X, en collaboration avec MM. O. Kratky et H. Novotny, viennent maintenant de nous donner des valeurs approximatives de la grosseur et du facteur de forme des particules contenues dans les couches brillantes. On peut dès lors calculer ces distances : nous indiquerons ici très brièvement comment se fait ce calcul. Nous donnerons bientôt ailleurs les détails.

L'interférence du faisceau lumineux se passe ici dans un milieu formé de deux substances différentes. Nous avons, dans ce cas, obtenu la formule suivante :

$$d = \frac{k\lambda - 2d_1\sqrt{n_1^2 - \cos^2\alpha}}{2\sqrt{n_2^2 - \cos^2\alpha}},$$

d la distance cherchée entre deux couches, d_1 l'épaisseur d'une couche

(¹) *Z. anorg. u. allgem. Chemie*, **147**, 1925, p. 91.

(²) Voir *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 2082.

(³) *Z. anorg. u. allgem. Chemie*, **186**, 1930, p. 75.

(épaisseur des tablettes suivant leur dimension la plus courte), λ la longueur d'onde de la lumière qui est renforcée par l'interférence, multipliée, s'il le faut, par l'ordre k de la couleur, n_1 l'indice de réfraction des particules suivant leur dimension la plus courte, n_2 l'indice de la liqueur qui se trouve entre les couches (cet indice varie avec les progrès de l'hydrolyse), α l'inclinaison du faisceau lumineux sur le verre du flacon [1]. La formule se simplifie si l'on donne à χ la valeur de 45° ou encore à α la valeur de 90°.

Le tableau suivant donne les valeurs de d, en Å, pour les couches brillantes qui se sont formées dans les solutions de $FeCl^3$ de différentes concentrations (concentrations indiquées en millièmes de molécules grammes par litre sur les lignes horizontales) et pour différentes durées de vieillissement des systèmes (durées données en jours, sur les colonnes verticales).

	62,8.	56,6.	52,5.	49,6.	47,3.	43,8.	40,8.
59..........	580	790	1910	1770	1700	760	–
78..........	1840	1870	1910	1940	1790	2020	–
190..........	2170	2030	2070	2440	1700	2190	2090
248..........	2170	2570	3070	2860	2130	2190	2090
1695..........	3000	2380	3060	3090	2280	2190	1840

Comme l'indique ce tableau, les distances entre les diverses couches d'un tactoïde prennent les plus grandes valeurs pour des concentrations moyennes des solutions et elles augmentent continuellement avec le temps. Nous ignorons comment s'accroît la grosseur des particules avec le temps. Pour le calcul nous avons fait l'hypothèse que la grosseur des particules renfermées dans les tactoïdes ne change pas et est identique à la grosseur déterminée après 1695 jours. Si l'on admettait plutôt une évolution constante de la grosseur des particules contenues dans les tactoïdes, on obtiendrait un maximum des distances avec le vieillissement des systèmes au lieu de leur augmentation continuelle. Ce maximum se trouverait entre 190 et 248 jours.

Le fait que les couches s'éloignent, au moins pendant un certain temps, les unes des autres, ne s'explique qu'en admettant une augmentation de la charge des particules. Cette hypothèse est plausible lorsqu'il y a une évolution très lente de l'hydrolyse dans la liqueur qui surnage. Cette évolution fait croître la concentration des ions H dans la solution et ces

---

(1) Lorsqu'on emploie un miroir réfléchissant auxiliaire, on remplace α par $(\chi + \omega)$, où χ est l'inclinaison de ce miroir sur le plan du verre et ω l'inclinaison du faisceau sur le miroir.

ions stabilisent, on le sait, les sols dont les particules sont chargées positivement. Le maximum des distances pour des concentrations moyennes peut s'expliquer également par une interaction des ions H. Car des résultats que nous avons obtenus en collaboration avec M. J. Rubin sur le degré de l'hydrolyse dans ces différentes solutions rendent probable que le pH (qui ne peut pas être déterminé directement ici) passe par un maximum lorsqu'on descend vers les faibles concentrations.

EFFET RAMAN ET CHIMIE. — *Spectres Raman du méthyldiéthylcarbinol, du diméthylbenzylcarbinol et des carbures éthyléniques correspondants.* Note (1) de M. **Jean Savard**, présentée par M. Charles Fabry.

Ces alcools ont été préparés par action des éthers-sels sur le réactif de Grignard; les carbures, par déshydratation des alcools sur la ponce sulfurique. Leur purification physique doit être poussée très loin afin de diminuer autant que possible l'intensité du spectre continu d'émission qui accompagne si souvent le spectre Raman des liquides organiques.

Afin d'éviter toute erreur dans le classement des raies, un contrôle fut effectué en filtrant la lumière de l'arc au mercure. Les clichés ont été enregistrés au microphotomètre de Moll. La dispersion de notre spectrographe, qui, dans la région utilisée, est de 300 cm^{-1} par millimètre, ne permet pas de déterminer les fréquences à plus de 6 cm^{-1} (erreur maximum).

On trouvera dans le tableau ci-après la liste des fréquences des quatre corps étudiés. Nous y avons joint, à titre de comparaison, les fréquences du diméthyléthylcarbinol déjà déterminées par Nevgi et Kulkarni Jatkar (2). Les intensités, bien que mesurées au microphotomètre, n'ont qu'une valeur toute relative en raison de la présence du faible fond continu. Aussi nous bornerons-nous à les indiquer entre parenthèses suivant une échelle arbitraire allant de 0 à 10.

Parmi les fréquences observées, un certain nombre s'identifient aussitôt. 998, 1597 et 3055-3061 sont, comme on sait, caractéristiques du radical C^6H^5; de même 1036 et 1030 dans le diméthylbenzylcarbinol et le diméthylstyrolène. Aux vibrations C-H sont attribuées les fréquences 1443-1463 ainsi que celles voisines de 2900-3000. La fréquence 1673-1655,

(1) Séance du 28 janvier 1935.

(2) *Indian Journal of Physics*, 8, 1934, p. 397.

qui n'apparaît que dans les deux carbures, est caractéristique de la double liaison.

Ces attributions sont les seules qui soient certaines.

Diméthyléthyl-carbinol.	Méthyldiéthyl-carbinol.	Diméthylbenzyl-carbinol.	Méthyléthyl-propylène.	Diméthyl-styrolène.
–	–	252 (3)	–	–
–	–	279 (3)	–	–
–	–	–	313 (2)	–
–	375 (3)	–	–	–
454 (3)	458 (2)	–	–	430 (2)
–	–	–	478 (2)	468 (2)
532 (3)	530 (1)	–	557 (2)	507 (2)
–	–	621 (1)	–	628 (2)
–	704 (8)	–	–	–
732 (10)	–	725 (3)	745 (8)	738 (1)
–	763 (1)	–	–	–
–	–	814 (1)	–	–
–	–	–	831 (1)	839 (4)
886 (5)	886 (4)	–	–	–
–	–	903 (1)	–	–
936 (8)	–	–	927 (2)	–
–	973 (3)	–	–	–
–	–	998 (10)	–	997 (8)
–	–	–	1009 (1)	–
–	1038 (4)	1036 (4)	–	1030 (4)
1061 (5)	–	–	1062 (1)	–
1191 (1)	1161 (1)	1148 (3)	–	1176 (4)
–	–	1202 (7)	–	1218 (8)
–	1243 (2)	–	1248 (2)	–
1294 (1)	–	1300 (4)	1304 (2)	1298 (2)
–	–	–	1380 (1)	1384 (4)
1463 (10)	1445 (10)	1448 (10)	1455 (7)	1443 (5)
–	–	–	–	1498 (1)
–	–	1596 (10)	–	1598 (10)
–	–	–	1673 (10)	1655 (10)
2881 (8)	2880 (9)	–	2880 (10)	–
–	–	2907 (9)	2916 (10)	2911 (10)
2931 (8)	2928 (10)	–	–	–
2982 (5)	2972 (9)	–	2970 (9)	–
–	–	3061 (10)	3030 (5)	3055 (10)

La fréquence 1380, qui n'apparaît également que dans les carbures, appartient probablement à la double liaison, et 1300 au groupe CH^2 ainsi

que l'ont déjà remarqué les auteurs précédemment cités. Trumpy avait attribué la fréquence 1060 à la vibration C-O. Collins en avait douté. Or, si cette fréquence apparaît bien dans un alcool, elle existe aussi dans son carbure. Weniger [1] considère les bandes 1042, 1098 et 1162 comme respectivement caractéristiques des fonctions alcools primaires, secondaires et tertiaires. Nous observons bien la troisième de ces fréquences, mais aussi la première dans le méthyldiéthylcarbinol.

On voit donc que toute nouvelle attribution de fréquence serait prématurée, avant d'avoir obtenu de plus nombreux résultats expérimentaux. Mais nous insisterons sur le fait que la fréquence principale de la double liaison varie avec la nature des substituants et passe de 1673 dans le méthyl 1-éthyl-1 propylène 1 à 1655 dans le diméthylstyrolène [2]. Aussi croyons-nous qu'il serait intéressant de poursuivre l'étude de cette variation avec toute une série de radicaux migrateurs, substitués dans divers types de chaînes organiques.

Cette étude devra d'autre part comparer les intensités des différentes raies avec les substituants introduits dans la molécule. Remarquons en effet que la fréquence voisine de 720 donne une raie Raman très intense dans tous les composés renfermant le radical éthyle, une raie excessivement faible au contraire dans les autres composés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparations des trihalogénures d'alcoyl ou de phénylgermanium du type* $RGeX^3$ *et de l'hexachlorure de germanium méthylène*. Note de MM. **Arakel Tchakirian** et **Michel Lewinsohn**, présentée par M. Georges Urbain.

En vue d'obtenir les trihalogénures d'alcoyl- ou de phénylgermanium, Morgan et Drew [3] traitent C^6H^5MgBr par $GeCl^4$; Schwarz et Lewinsohn [4] $Ge(C^6H^5)^4$ par $GeCl^4$; Flood [5] C^2H^5I par GeI^2; Orndorff, Tabern et Dennis [6] $(C^6H^5)^2Hg$ par $GeCl^4$; Bauer et Burschkies [7] $(C^{10}H^7)^2Hg$ par $GeCl^4$.

---

(1) *Physical Review*, 31, 1910, p. 419.
(2) Cf. Prévost, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1043.
(3) *J. chem. Soc.*, 127, 1925, p. 1760.
(4) *Ber. dtsch. chem. Ges.*, 64, 1931, p. 2532.
(5) *J. Am. chem. Soc.*, 55, 1933, p. 4935.
(6) *J. Am. chem. Soc.*, 49, 1927, p. 2512.
(7) *Ber. dtsch. chem. Ges.*, 65, 1932, p. 956.

Toutes ces réactions ne donnent que des rendements faibles, par suite de la formation simultanée de mono- et de bihalogénures d'alcoyl- ou de phénylgermanium.

Pour éviter ces inconvénients nous avons eu recours à une combinaison possédant préalablement le groupement ionique $[Ge^{II}X^3]_-$.

L'un de nous [1] a précédemment préparé le complexe $[\overset{-}{Ge^{+II}Cl^3}]\overset{+}{Cs}$, où le germanium constituant le noyau central est tricoordonné et électrodivalent positif. En chauffant en tube scellé ce composé avec un halogénure d'alcoyle ou d'aryle, on obtient le trichlorure d'alcoyl- ou de phénylgermanium et de l'halogénure de cæsium.

Dans les conditions où nous avons opéré, les rendements sont les meilleurs avec les dérivés iodés. Avec les dérivés chlorés, ils varient suivant les isomères utilisés. C'est ainsi qu'ils sont meilleurs avec le para- qu'avec l'orthochlorophénol. Aucune réaction ne se produit avec le chlorobenzène, sans doute à cause de la faible mobilité du chlore dans ce composé.

L'hydrolyse ou l'action de l'ammoniaque sur le trichloro-méthylgermanium fournit de l'acide méthylgermanonique ou de l'acide germanoacétique, qui traité par ClH suffisamment concentré régénère le trichlorure.

$$CH^3GeCl^3 + 2H^2O = CH^3GeOOH + 3ClH,$$
$$CH^3GeOOH + 3ClH = CH^3GeCl^3 + 2H^2O.$$

Dans ces conditions, il est logique d'admettre la formule CH^3GeCl^3, dans laquelle le radical méthyle est fixé au germanium formant l'atome central.

Ce procédé de préparation, qui est une application des théories émises par M. G. Urbain [2], donne la possibilité de synthèses d'un grand nombre de trihalogénures d'alcoyle, ou de phényle, substitués ou non substitués du germanium, de l'étain et du plomb.

L'essentiel est que le métal dans sa combinaison halogénée ne présente pas son électrovalence maximum et qu'il puisse en outre donner un complexe avec les halogénures alcalins.

Préparation de C^2H^5-$GeCl^3$. — Trois grammes $GeCl^3Cs$ séchés à 50° sont chauffés à 110° en tube scellé pendant 30 heures avec un excès d'iodure d'éthyle. Le

---

(1) A. Tchakirian, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 233; *Bull. Soc. chim.*, **51**, 1932, p. 846.

(2) *La coordination des atomes dans la molécule et la symbolique chimique*, Paris, 1933.

liquide séparé par décantation de l'iodure de cæsium déposé est débarrassé au bain-marie de l'excès d'iodure d'éthyle, et distillé dans le vide. Dans ces conditions on obtient $C^2H^5GeCl^3$ avec un rendement de 60 pour 100.

Préparation de C^6H^5-$GeCl^3$. — Trois grammes $GeCl^3Cs$ séchés à 50° sont chauffés à 250° en tube scellé, pendant 30 heures, avec un excès d'iodobenzène. Après évaporation de l'excès d'iodobenzène et distillation dans le vide, on obtient C^6H^5-$GeCl^3$. Rendement 80 pour 100.

Préparation de $CH^2\left\langle\begin{matrix}GeCl^3\\GeCl^3\end{matrix}\right.$. — On chauffe l'iodure de méthylène avec un excès de $GeCl^3Cs$ à 200° en tube scellé pendant 30 heures. Par distillation dans le vide on obtient $CH^2\left\langle\begin{matrix}GeCl^3\\GeCl^3\end{matrix}\right.$. Liquide coloré en rouge par des traces d'iode. P. E. 110° à 18^{mm}. Rendement 80 pour 100.

Par hydrolyse ce composé donne naissance à l'acide germanomalonique.

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}GeCl^3\\GeCl^3\end{matrix}\right. + 4H^2O = CH^2\left\langle\begin{matrix}GeOOH\\GeOOH\end{matrix}\right. + 6HCl.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction de l'acétylène sur le chlorure d'acétyle.* Note de MM. **André Cornillot** et **René Alquier**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons observé que l'acétylène pouvait réagir sur le chlorure d'acétyle en donnant naissance à un composé auquel nous attribuons la formule de la méthyl-β-chlorovinylcétone (ou chlorométhylène-acétone)

$$CH^3-CO-CH=CHCl.$$

La réaction a lieu en présence de chlorure d'aluminium vers 15°, et semble arrêtée par une élévation de température; elle est faiblement exothermique; le rendement en produit pur est de 25 pour 100 par rapport à l'acétylène.

On obtient ainsi un liquide incolore, doué d'une odeur voisine de celle de l'acétone; son point d'ébullition est de 135° à la pression ordinaire, 40° sous 20^{mm}. Il s'altère rapidement avec le temps, même à l'abri de la lumière : il noircit au bout d'un ou deux jours, et se transforme, au bout d'une semaine, en une masse élastique, insoluble et amorphe, accompagnée de gaz chlorhydrique.

Les essais analytiques sur le produit fraîchement distillé ont donné les résultats suivants : chlore trouvé (Volhard) pour 100 : 34,12 au lieu de 33,93 calculé; indice de brome : le produit fixe du brome en solution

dans le tétrachlorure de carbone; mais la fixation complète exige un contact de 15 heures au moins, durée pendant laquelle on sait que le produit commence à s'altérer. L'indice de brome trouvé est les 94,5 pour 100 de l'indice calculé.

Caractérisation de la fonction cétone. — On obtient facilement une semicarbazone, tablettes solubles dans l'alcool, f. 180° (avec décomposition). Ni l'oxime ni la phénylhydrazone ne paraissent se former.

La méthyl-β-chlorovinylcétone est d'une grande sensibilité chimique, mais ses produits de réaction sont généralement goudronneux; seule l'action de la soude a pu être étudiée jusqu'ici.

Il y a similitude évidente de formule entre la chlorométhylène-acétone que nous décrivons, et l'oxyméthylène-acétone, forme énolique de la formyl-acétone, dont à vrai dire est seul isolable le sel de sodium

$$CH^3-CO-CH=CHONa.$$

Étudié par divers auteurs, notamment Claisen ([1]), puis Benary ([2]), ce composé donne une majorité de réactions correspondant à la constitution énolique ([3]); en particulier, en milieu légèrement acide, il se cyclise en 1.3.5-triacétylbenzène.

Nous avons cherché des réactions de passage entre l'oxyméthylène-acétone et la chlorométhylène-acétone; le seul résultat positif est le suivant : traité brutalement par la soude alcoolique bouillante, cette dernière cétone fournit, avec beaucoup de goudron, de 20 à 25 pour 100 de triacétylbenzène.

Sans doute faut-il expliquer cette observation de la manière suivante. Pour se cycliser, il est nécessaire que le composé éthylénique ait la configuration *trans*. Or, la condensation d'acétylène et de chlorure d'acétyle fournit théoriquement la configuration *cis*, dont le mode le plus naturel de polymérisation donne naissance à de longues chaînes linéaires. Le rôle de la potasse alcoolique est de permettre l'isomérisation, peut-être par formation transitoire de la cétone acétylénique.

([1]) CLAISEN, *Berichte d. chem. Ges.*, 21, 1888, p. 1144.

([2]) BENARY, *Berichte d. chem. Ges.*, 57, 1934, p. 828.

([3]) Pourtant une réaction aldéhydique a été indiquée par M. Romet (*Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1676).

GÉOLOGIE. — *Le Quaternaire du littoral de Rabat (Maroc).* Note [1] de M. **Jacques Bourcart.**

La capitale administrative du Protectorat est bâtie sur des grès d'un bistre chaud, les *grès de Rabat* que M. G. Lecointre a, pour la première fois, rapportés au Quaternaire. J'ai montré, dans plusieurs publications, que ces grès s'étendaient, *au moins*, de l'Andalousie à l'Oued Dra au Sahara. On peut y distinguer, le plus souvent, une partie inférieure marine ou fluviatile et une partie supérieure dunaire. Ce Quaternaire a enregistré les mouvements qu'a subi le Maroc atlantique; il se trouve plissé en très grands anticlinaux et synclinaux qui suivent l'orographie *actuelle* du Maroc. Les axes de ces plis sont à peu près normaux au littoral actuel; mais les grès de Rabat ont subi une autre déformation, parallèlement à celui-ci. L'intérieur du pays s'est soulevé en bloc, quand la zone, recouverte par la mer, s'abaissait. La ligne de flexure, limitant ces deux mouvements opposés, occupe une position variable par rapport au littoral actuel : de cette position dépend la forme de la côte.

La réalité de cette flexure, qui n'a en général pas été admise par mes confrères, peut être prouvée au Cap Cantin, près de Safi. Mais les environs de Rabat en offrent une preuve encore meilleure :

La plage fossile affleure, en effet, à hauteur du palais du Sultan. Au contraire, au sémaphore des Oudaïas, la mer sculpte sa falaise dans la dernière dune.

Un exemple, plus instructif encore, peut être observé à la plage récemment aménagée à Témara. En allant de la route de Casablanca à la mer, on traverse plusieurs chaînes de dunes fossiles, dont les sommets sont chaque fois un peu plus bas, pour arriver à la plage actuelle qui correspond à une lette (intervalle interdunaire) quaternaire. Mais la chaîne littorale n'est pas la dernière. Une autre, brisée, fragmentée par la mer, apparaît sous forme de petites îles, hérissées de lapiés. Une de ces îles est ici rattachée à la côte par un petit isthme de sable.

Les lapiés, dus à l'action des eaux marines, sont le plus souvent formés de grès dunaires *chelléens* [2]; mais plusieurs autres formations, aussi dures, y prennent part dans le couloir interdunaire fossile.

---

(1) Séance du 28 octobre 1935.

(2) Je rappelle que M. Jean Marçais a recueilli, dans la pierre de construction de la carrière à l'ouest de l'hôpital Marie-Feuillet, un crâne humain de type Neanderthal, qu'étudie actuellement M. Marcellin Boule.

Tout d'abord, une roche à grain très fin, d'un beau rouge, très cassante sous le marteau. Elle contient d'innombrables coquilles d'Hélicidés, surtout d'*Archelix lactea* O. F. M., des dents de Bubales, d'Équidés ou de Rhinocéros et des fragments de silex taillés. L'étude au microscope m'a montré l'identité de cette roche si lapidifiée avec les *limons rouges*, en général considérés comme *moustiériens* dans la région de Rabat. Mais le contact entre grès dunaires et limons consolidés est des plus intéressants :

Tout d'abord, on observe que les limons remplissent des sortes de puits, qui ne sont autres que d'anciens lapiés ou « entonnoirs de dissolution ». Une croûte calcaire d'exsudation, d'épaisseur variable, sépare les grès des limons consolidés. Ces limons ont une puissance de 10^{cm}.

Sur une épaisseur de 20 à 30^{cm}, s'étend ensuite une lentille de grès dunaires, presque aussi consolidés que les grès chélléens; mais les coquilles d'*Helix* y ont gardé leurs tests. Ces grès dunaires « moustiériens » passent à nouveau, par transition insensible, à du limon rouge consolidé.

La base de ces limons contient, pêle-mêle avec des coquilles d'Hélicidés, de nombreux restes de Mollusques marins : *Mytilus africanus*, surtout, *Purpura hæmastoma*, *Patella safiana* et des Trochidés. Tous ces coquillages sont comestibles; rien d'ailleurs, dans la formation n'évoque une origine marine. Bien au contraire, des débris de charbon nous montrent que ces amas sont d'origine humaine.

Pour compléter le tableau, nous dirons que, le long du littoral actuel, ces formations sont recouvertes par un kjokkenmodding, meuble et charbonneux, et par une dune consolidée très récente (Néolithique ?)

Les coupes que l'on peut observer à la plage de Kébibat, sous l'Hôpital Marie-Feuillet, où jadis F.-A. Rolland avait recueilli de nombreux ossements de Mammifères de la faune soudanaise dite de Témara, celles de Mazagan et de la côte, du Cap Blanc au Cap Cantin, sont identiques.

Des formations, nettement continentales, ont donc été portées en dessous du niveau de la mer, quand, au contraire, elles ont été soulevées, à l'intérieur du pays. La limite entre ces mouvements, que j'appelle *flexure atlantique*, a changé de place suivant les moments du Quaternaire.

Ces observations me paraissent indiscutables. Elles doivent, à mon avis, être à la base de toute étude des mouvements relatifs des terres et des mers sur le littoral atlantique. Les interprétations de cette histoire qui s'appuient sur des mouvements propres du niveau marin (eustatiques) ne sont fondées au Maroc sur aucun fait certain. Les terrasses fluviatiles, d'altitudes classiques, et les plages étagées qui y ont été souvent signalées, à l'appui de ces théories, sont simplement imaginaires.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'un Orbitoïde dans le grès d'Annot (Alpes-Maritimes) et sur ses conséquences.* Note de M. **S. Deb**, présentée par M. Henri Douvillé.

M. Léon Moret [1], en signalant la découverte d'une Orthophragmine dans le grès de Taveyannaz du massif de Platé (Haute-Savoie), a discuté la question, de l'âge des formations gréseuses nummulitiques dans les Alpes de Suisse, de l'Italie du Nord et de France. Sur la découverte d'une Orthophragmine, il a fondé l'hypothèse que la formation gréseuse de Taveyannaz serait d'âge priabonien; de même la rencontre de morceaux de roches vertes et l'existence de galets à Radiolaires dans le grès en question, lui avaient permis de penser que cette série gréseuse appartiendrait au Priabonien, par la raison qu'on trouve une formation analogue dans la zone du Canavese. L'auteur indiquait que l'âge du grès d'Annot et du grès moucheté du Champsaur semble être du même niveau stratigraphique.

Le géologue italien S. Franchi admet, comme argument en faveur de l'âge éocène des formations gréseuses analogues de l'Italie du Nord, la présence de pistes d'*Helminthoidea labyrinthica*, argument paléontologique [2] évidemment très discutable.

D'après M. Léon Bertrand, au contraire, ainsi que suivant Jean Boussac, la série de l'épais complexe arénacé de la région des Alpes-Maritimes, qui surmonte les marnes bleues à *Serpula spirulæa*, est d'âge oligocène, malgré sa concordance habituelle avec le Priabonien, situé au-dessous. Le contact de cette formation gréseuse avec les marnes priaboniennes est parfois très bien marqué par un ravinement intense de la formation inférieure et un développement de conglomérat grossier à la base de la série arénacée, par exemple à Saint-Antonin.

Au cours de mes études sur les roches tertiaires des Alpes-Maritimes, j'ai trouvé, dans une préparation en plaque mince de grès d'Annot, un microfossile appartenant à la famille des Orbitoïdæ. Il a été recueilli en place, dans un grès de grain assez fin, situé au milieu de la formation.

Lithologiquement, le grès d'Annot est grossier et massif; il renferme

---

(1) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 404.

(2) Léon Bertrand, *Les grandes régions géologiques du sol français*, 1935, p. 251, 252.

souvent des galets et blocs de roches cristallines et de roches éruptives. Sous le microscope, dans la plaque mince de grès, se trouvent de beaux cristaux de microcline et d'orthose, tout à fait intacts, sans aucune trace de décomposition. Le ciment du grès est composé de carbonate de chaux. Parmi les éléments lourds, les principaux sont : le grenat, la tourmaline, le zircon, la staurotite et l'augite. Il n'existe pas de minéraux d'origine secondaire, tels que brookite, anatase, serpentine, kaolinite, etc., et il n'y a aucune trace de roche verte.

Il semble que le premier plissement alpin, contemporain de la phase principale du plissement pyrénéen, s'était produit vers la fin de l'Éocène, entraînant la surrection des massifs cristallins du Mercantour et du Pelvoux. Cette série gréseuse doit sans doute son origine à la destruction de cette chaîne cristalline. Après la surrection, il se produisit une érosion brutale et considérable de ces massifs, qui est démontrée par la grande taille des blocs trouvés dans le grès. Il semble aussi, d'après l'état de fraîcheur des éléments présents dans le grès et l'absence de minéraux secondaires, qu'ils ont été rapidement enfouis au cours de l'Oligocène. Toutes ces formations furent ensuite plissées et relevées par le plissement alpin antérieur au Burdigalien.

En ce qui concerne le fossile trouvé dans le grès d'Annot, il n'est représenté que par une coupe axiale : l'épaisseur de la couche équatoriale est assez grande (20 à 25$^{\mu}$), les couches latérales sont également plus grandes et plus irrégulières que les couches médianes. M. H. Douvillé, à qui j'ai soumis cette préparation, pense qu'il faudrait l'attribuer au genre *Lepidocyclina*, sans qu'on puisse l'affirmer avec certitude; l'échantillon est du reste de très petite taille.

Dans ces conditions, il nous est permis de supposer que le grès d'Annot n'appartient pas au même horizon stratigraphique que celui de Taveyannaz, qui existe dans une région alpine beaucoup plus septentrionale. Le parallélisme indiqué par M. Moret entre les deux formations gréseuses ne semble pas démontré.

L'âge du grès d'Annot serait ainsi plus vraisemblablement oligocène.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur le Trias supérieur du Tonkin occidental et sur l'âge norien des couches à* Myophora napengensis. Note de M. **Jacques Fromaget**, présentée par M. Charles Jacob.

Dans une Note présentée au Congrès scientifique du Pacifique en 1929, je fournissais des arguments sur l'âge norien des couches, qui, en Indochine avaient été attribuées jusque-là au Rhétien, au Lias et même au Callovien. De nombreuses observations faites depuis n'ont cessé d'apporter des arguments en faveur de cette thèse que certains géologues éprouvent encore quelque répugnance à accepter, bien que les critères utilisés pour attribuer autrefois tel ou tel terrain à d'autres étages qu'au Norien n'aient qu'une valeur bien relative : analogie avec les couches de Napeng (¹) et de Namyau; faunes insuffisamment connues du fait que les éléments caractéristiques, pourtant très abondants, ne semblent pas avoir été recueillis (Luang Prabang); enfin, importance trop grande accordée à certaines formes de la flore de Hongay.

Les nouveaux arguments que je donne aujourd'hui proviennent d'observations faites lors de ma dernière tournée dans la partie Sud du territoire militaire de Lai Chau, où viennent aboutir, d'une part, la zone déprimée dite *Synclinal de Sam Neua* dans laquelle le Carnien est bathyal et le Norien néritique, puis, d'autre part, l'*Arc cristallin du Song Ma* recouvert par du Carnien subcontinental et par du Norien néritique et littoral ou bien encore lagunaire.

Dans le Synclinal de Sam Neua, le Carnien, caractérisé par *Juvavites Melchioris*, de la partie supérieure de la zone à *Tropites subbullatus* et par des *Halobies*, supporte en discordance une série norienne littorale, puis néritique, comprenant :

1° Des couches micacées, noduleuses à *Podozamites* sp.; 2° des schistes noirs à *Pterophyllum* cf. *Bavieri*, *Gervillia* sp. aff. *G. præcursor** et *G. Bouei*, *Protocardia contusa**, *Cardium Nequam** *Leda perlonga*, *Anodontophora* aff. *A. manmuensis* et *A.* cf. *Griesbachi;* 3° des schistes noirs avec *Myophoria napengensis**, *Burmesia lirata**, *Lima subpunctata*, *L.* aff. *L. striata*, *Palæoneilo subtenella*, *Cassianella* sp. aff. *C. grypheata* et *tenuistria*, C. sp. aff. *C. avicularis*, *Pseudomonotis* cf. *convexa* et *Halobia* aff. *H. Comata*.

Ces couches, qui se suivent bien dans la région de M. Ten et de B. Beng,

(¹) Les espèces des couches de Napeng sont indiquées par un astérisque (*).

contiennent aux environs de Sop Cop des intercalations calcaires à *Palæocardita buruca*, et schisteuses à *Pecten laosensis* et *Rhynchonelles* comparables aux formes de Luang Prabang, intercalations qui ne sont peut-être, d'ailleurs, que des faciès latéraux indiquant des conditions bathymétriques un peu différentes.

Sur l'Arc du Song Ma, au Nord de B. Beng, la série norienne littorale et transgressive sur des grès et argiles versicolores représentant probablement le passage du Carnien au Norien, ou bien encore sur la couverture rhyolitique du cristallin, et composée par des alternances gréseuses et marneuses, très souvent détritiques, présente la succession suivante à partir de sa base :

1° Poudingues gréseux à éléments de rhyolites; 2° grès bruns ou noirs, noduleux contenant : *Myophoria* cf. *napengensis**, *M. Mansuyi*, *M. tenuis**, *Palæoneilo nanimensis**, *P. fibularis**, *Nucula* cf. *Carantana*, *N.* cf. *strigilata*, *Burmesia lirata**, *B. Latouchei**, *Protocardia contusa**, *Pecten quotidianus**, *Myophoriopsis* aff. *M. lineatum*, *Cassianella angusta*, *C. grypheata*, *C. avicularis*, *C.* aff. *C. tenuistria*, *Anodontophora Griesbachi*, *Halobia* cf. *comata;* 3° grès marneux noduleux, bruns, fossilifères : *Myophoria* cf. *napengensis**, *Lima* afl. *L. striata*, *L. striatoïdes*, *Burmesia lirata**, *Protocardia* cf. *contusa**, *Pecten quotidianus**, *Anodontophora trapezoïdalis*, *Halobia* aff. *H. lineata*, *Denticulina mona**. *Terebratula* cf. *bamænsis*, *Ostrea* sp.; 4° grès marneux micacés, clairs, m'ayant donné : *Myophoria napengensis**, *M. Mansuyi*, *Lima* cf. *subpunctata*, *Palæneilo* aff. *P. Peneckei*, *P. nanimensis**, *P. fibularis**, *Burmesia lirata**, *Protocardia contusa**, *Homomya* aff. *H. Forsbergi*, *Cassianella* aff. *C. pulchella*, *Pina Blanfordi**, *Halobia lineata;* 5° schistes gris noirâtres, noduleux, à *Lima* cf. *subpunctata*.

Toutes ces couches supportent des grès micacés clairs assez grossiers auxquels latéralement elles passent aussi.

Plus au Nord, dans la région Meo du P'ou ou P'a Vat, ces formations sont remplacées par une série rouge lagunaire de 5 à 700^{m} d'épaisseur dont j'ai recoupé les assises suivantes à partir d'un substratum gréso-schisteux anthracolithique et triasique ou même granitique : 1° Marnes jaunes à *Estheria minuta*; 2° Poudingues verdâtres à gros éléments de granite; 3° alternances de marnes jaunes, violettes ou rouges et de poudingues à ciment gréso-schisteux de mêmes teintes (150^{m}). Les marnes de cette formation, m'ont donné des faunes banales, où j'ai identifié : *Anodontophora Münsteri*, *Mytilus* aff. *E. nachamensis*, *Modiola* cf. *raibliana* et *Avicula* sp.; 4° environ 400^{m} de grès rouges avec quelques lits de galets.

Vers le Nord ces formations de plus en plus détritiques se relèvent sur les granites du plateau de M. Phang (Est de Bien Bien Phu).

Cette coupe, qui permet de se faire une bonne idée du Norien de cette région, synthétise assez bien ce que l'on sait de ces formations en Indochine; presque tous les faciès connus s'y trouvent associés; mais elle est surtout intéressante, par la coexistence dans les mêmes horizons de formes indubitablement triasiques et même néotriasiques comme les Halobies et de formes considérées comme rhétiennes (faunes de Napeng, flore de Hongay) ou même encore plus récentes (Luang Prabang, Pa Ma).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Une méthode de détermination rapide de la quantité d'eau contenue dans le sol.* Note (¹) de M. **Fernand Obaton**, présentée par M. Marin Molliard.

Il peut être utile d'obtenir rapidement la valeur de la quantité d'eau contenue dans un sol déterminé. On emploie habituellement la méthode par dessiccation à 100-105°, qui présente l'inconvénient d'exiger au moins 24 heures de chauffage et plusieurs pesées successives. Nous avons établi une technique d'une précision suffisante et qui donne un résultat presque instantané en mesurant la résistivité électrique du sol et sa teneur en eau.

La terre est comprimée dans un tube d'ébonite de 2^{cm^2} de section, fermé à ses deux extrémités par des plaques de charbon dont l'une est fixe; l'autre est un piston sur lequel un ressort exerce une pression constante de 40^{kg}, la longueur du cylindre de terre est comprise entre $2^{cm},6$ et 3^{cm}, suivant les mesures. Pour éviter la polarisation nous avons employé le courant alternatif, avec un téléphone comme appareil de zéro dans la méthode du pont. Le courant, d'environ 800 périodes/seconde, est produit par un oscillateur à lampe triode suivi d'un amplificateur à lampe. Ce type d'appareil donne des résultats de beaucoup supérieurs à ceux que l'on obtient avec les vibreurs habituellement employés. Il fournit un courant absolument stable, de fréquence assez élevée pour que l'extinction de sa note aiguë soit facilement perçue au téléphone.

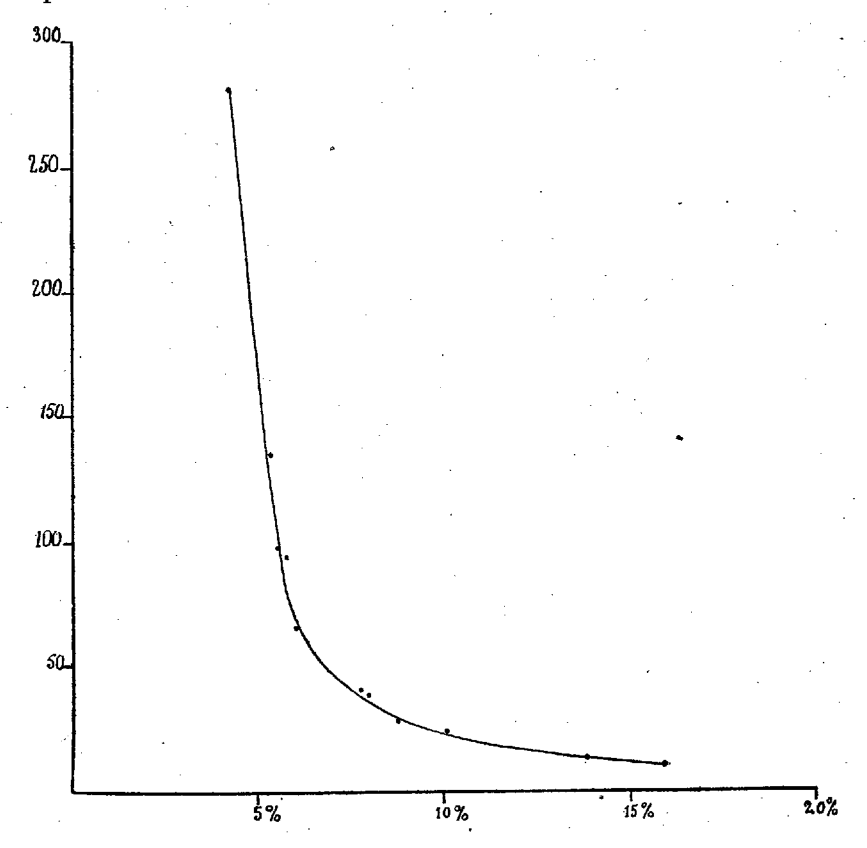
Nous avons ramené toutes les mesures à une valeur unique de 30^{mm}, par un calcul de proportionnalité. La quantité d'eau contenue dans 100^{g} de terre a été obtenue par dessiccation à l'étuve à 100-105°, jusqu'à poids constant. Nous avons obtenu la courbe ci-après, de forme hyperbolique.

La terre sableuse analysée provient du Laboratoire de Biologie végétale

---

(¹) Séance du 14 octobre 1935.

de Fontainebleau. Nous avons procédé à d'autres essais sur de la terre argileuse, qui nous ont montré que le sol contenant beaucoup de colloïdes ne suit pas la même loi.



Abscisses : eau pour 100 de terre.
Ordonnées : résistance en milliers d'ohms ramenée à une longueur du cylindre : 3^{cm}.
Surface de l'électrode : 2$^{cm^2}$.

HÉMATOLOGIE. — *Les érythrocytes, l'hémoglobine et la valeur globulaire chez l'Oiseau.* Note (¹) de M. **René Salgues**, présentée par M. Charles Achard.

En vue de recherches de pathologie comparée, en ces dernières années, j'ai examiné beaucoup de prélèvements de sang dans le but d'établir la

(¹) Séance du 22 juillet 1935.

nature et le nombre des éléments figurés, aussi la composition chimique.

Chez l'oiseau, le sang a été obtenu, dans la plupart des cas, par ponction des vaisseaux superficiels de l'aile (veine basilique de préférence, parfois radio-cubitale) ou du membre inférieur (veine tibiale). L'ensemble des observations et chiffres mentionnés ci-dessous s'appliquent à des sujets sains, indemnes d'affections aiguës ou chroniques graves et d'infestation parasitaire sévère. Les spécimens étudiés, à de rares exceptions près, n'ont pas subi de captivité; ils se présentent donc sous les conditions les plus favorables. Je me réserve de revenir sur les variations raciales observées chez des oiseaux de basse-cour et, mieux encore (originalité de ces recherches), sur les modifications apportées par diverses maladies à la formule sanguine et au taux d'hémoglobine.

Du point de vue physiologique, le seul envisagé ici, nos travaux ont porté sur 54 genres, avec 67 espèces, formant un total de 548 prélèvements.

Le nombre des globules rouges (hématies par millimètre cube) oscille entre 1800000 (autruche) et 3384000 (aigle) avec, par exemple [1], 2408 (serin jaune), 2413 (oie domestique), 2700 (tourterelle), 2710 (dindon), 2770 (coq), 2802 (paon), 2823 (pintade), 2826 (chardonneret), 2911 (étourneau), 2916 (faisan ordinaire), 3010 (caille), 3106 (épervier), 3303 (hirondelle). Chez les 67 espèces étudiées, nous avons noté 1 fois de 1800 à 2100, 1 fois de 2101 à 2200, 3 fois de 2201 à 2300, 4 fois de 2301 à 3400, 7 fois de 2401 à 2500, 9 fois de 2501 à 2600, 7 fois de 2601 à 2700, 10 fois de 2701 à 2800, 7 fois de 2801 à 2900, 8 fois de 2901 à 3000, 5 fois de 3001 à 3100, 3 fois de 3101 à 3200, 1 fois de 3201 à 3400.

Le taux d'hémoglobine (en grammes par 100^{cm^3} de sang total) passe de 8,26 (dindon, autruche) à 15,74 (aigle) par les gradations : 9,13 (paon), 9,83 (coq), 10,02 (pintade), 10,14 (vanneau), 10,30 (héron), 10,82 (martin-pêcheur), 11,29 (bruant), 11,51 (alouette), 12,02 (traquet), 12,52 (rossignol), 12,86 (moineau ordinaire), 13,13 (oie sauvage, pie-grièche), 13,24 (engoulevent), 13,66 (buse), 14,29 (épervier), 14,51 (hirondelle).

La valeur globulaire (proportion d'hémoglobine contenue dans une hématie en γ. γ. gr.) s'établit dans les limites 30,4 (dindon) et 58,5 (crécerelle); en échelons intermédiaires : 32,5 (paon), 34,6 (cigogne), 35,4 (coq, pintade), 38,3 (geai), 39,0 (perdrix rouge), 40,5 (perruche ondulée), 44,0 (pinson), 44,8 (grêbe oreillard), 46,0 (linotte), 48,5 (bruant), 54,0 (buse), 57,9 (émerillon).

Il n'y a pas de rapport étroit et constant entre le nombre d'érythrocytes et le pourcentage d'hémoglobine. Aux 2224 gl. r. de la perruche ondulée, correspondent 9,02 Hb et aux 2227 de la crécerelle, 13,04 Hb; aux

---

(1) Nous supprimons une fois pour toutes les zéros correspondant aux unités de mille afin de ne pas surcharger le texte.

2802 du paon, 9,13 Hb, et aux 2802 du cini, 11,54 Hb; aux 3100 du traquet, 12,02 Hb, et aux 3106 de l'épervier, 14,29 Hb.

La plus forte valeur globulaire exprimant la meilleure qualité de l'hématie, partant le pouvoir respiratoire du sang, s'observe principalement chez les oiseaux à musculature puissante, nomades, bons voiliers et souvent en mouvement, capables d'un effort soutenu : l'oie sauvage, les mouettes, l'engoulevent, le ramier, les rapaces diurnes (épervier, aigle, buse, émerillon, crécerelle). La volaille *sensu lato*, les oiseaux retenus en petite cage, au contraire, offrent les indications numériques minima.

Dans cet ordre d'idées, pour des espèces voisines, l'une sauvage, l'autre domestique, le nombre le plus élevé d'érythrocytes, la plus grande richesse hémoglobinique, la plus forte valeur globulaire appartiennent, en général, à celle sauvage : pigeon : 2650000, 11,22, 42,3; ramier : 2880000, 14,96, 51,9; serin jaune : 2408000, 10,83, 44,9; cini : 2802000, 11,54, 41,1; à plus forte raison, l'observation est vraie pour la même espèce selon qu'elle évolue en liberté, luttant pour l'existence, ou qu'elle vit en captivité : canard, *Anas boschas:* domestique : 2513000, 9,37, 37,2; sauvage : 2730000, 10,91, 39,9. A égalité sensible de valeur globulaire, les chiffres les plus élevés d'hématies et d'hémoglobine sont notés chez l'espèce sauvage : oie d'engraissement : 2413000, 11,26, 46,6; oie sauvage : 2800000, 13,13, 46,9,

Le développement somatique et le poids paraissent sans influence, aussi le régime alimentaire. A l'inverse, le genre de vie commandant le rythme des échanges modifie à un degré insigne la formule sanguine. Nous confirmons des chiffres légèrement plus faibles relativement au nombre d'hématies chez les individus femelles, sans qu'il y ait réellement diminution de la richesse globulaire.

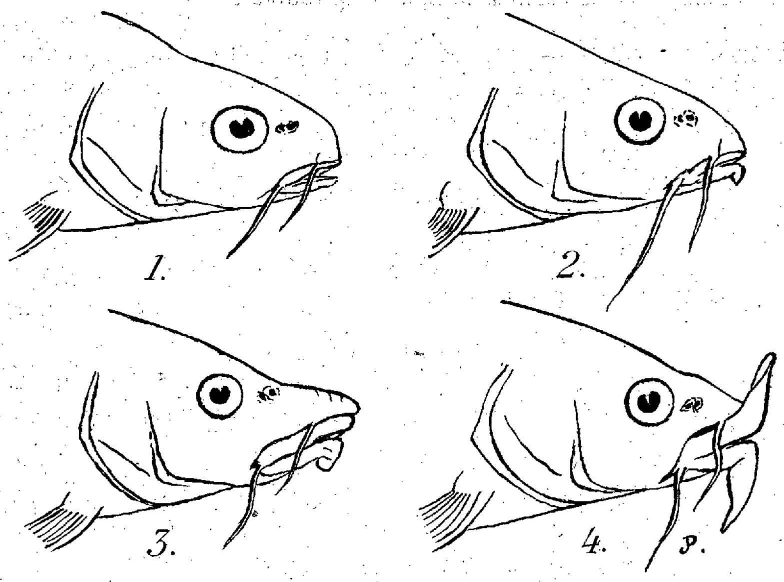
ZOOLOGIE. — *Les variations buccales chez les Barbeaux de la région du Kivu.* Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. Louis Bouvier.

Les Poissons du genre *Barbus* Cuvier présentent dans les eaux douces africaines une remarquable différenciation. On en compte plus de 250 espèces sur les limites desquelles les auteurs ne sont pas toujours d'accord. C'est ainsi que Worthington (¹) signalant les variations considé-

(¹) *Linn. Soc. Journ. Zool.*, 38, 1932, p. 124.

rables des lèvres chez les Barbeaux du lac Édouard considère qu'il n'y a qu'une seule grande espèce dans les lacs de l'Afrique orientale (Victoria, Édouard, George, Kivu) le *Barbus altianalis* Boulenger, pour laquelle cependant il admet 3 sous-espèces, la forme typique étant spéciale au Kivu.

L'étude des riches matériaux adressés au Muséum de Paris par M. Guy Babault, du Kivu et des rivières à l'ouest tributaires comme ce dernier du



Variations buccales chez *Barbus altianalis* Boulenger.
1, variété *paucisquamata*; 2, variété *longifilis*; 3, variété *labiosa*; 4, variété *lobogenysoïdes*.

Congo, m'a montré que les variations buccales, accompagnées aussi parfois de certaines différences dans l'écaillure, sont là encore beaucoup plus accentuées que dans le lac Édouard dont les eaux vont au Nil.

Voici les formes que je crois pouvoir distinguer :

1° *Barbus altianalis altianalis* Boulenger. Forme typique à museau moyen, à lèvres peu développées, l'inférieure continue, à barbillons moyens, le postérieur faisant 1 à 1 fois 1/2 le diamètre de l'œil, à écailles au nombre de 34 à 36 en ligne longitudinale;

2° *Barbus altianalis paucisquamata* var. nov. à museau moyen, à lèvres peu développées, à barbillons un peu plus longs, le postérieur 1 fois 2/3 à 2 fois le diamètre de l'œil, à écailles peu nombreuses 28 ou 29 en ligne longitudinale;

3° *Barbus altianalis longifilis* var. nov. à museau moyen, à lèvres fortement développées, l'inférieure continue avec un petit lobe médian tronqué, à barbillons extrêmement allongés pouvant atteindre 3 fois le diamètre de l'œil, à écailles au nombre de 26 à 30 en ligne longitudinale;

4° *Barbus altianalis labiosa* Pellegrin ([1]), à museau extrêmement allongé, formant capuchon dépassant la lèvre supérieure, à lèvres très développées, l'inférieure continue avec un gros lobe arrondi, à barbillons moyens, le postérieur faisant 1 fois 1/5 et 1 fois 1/2 le diamètre de l'œil, à écailles au nombre de 31 à 34 en ligne longitudinale.

5° *Barbus altianalis lobogenysoïdes* var. nov. à museau allongé, à lèvres extrêmement développées, la supérieure formant un lobe arrondi égal à 1 fois et demi le diamètre de l'œil, l'inférieure avec un lobe analogue, à barbillons allongés le postérieur faisant 2 fois l'œil, avec 28 écailles en ligne longitudinale.

En résumé l'extrême variabilité de formes ou de dimensions du museau, des lèvres ou des barbillons, parfois signalée déjà chez certains Barbeaux, en plusieurs points des eaux douces africaines, semble présenter son maximum dans la région du Kivu.

Ces différences paraissent indépendantes de l'âge et du sexe et par conséquent ont une réelle valeur taxinomique.

Il y a souvent une certaine corrélation entre le développement des lèvres et celui des barbillons également organes tectiles, toutefois dans la var. *labiosa* les barbillons sont moyens.

On doit enfin noter que chez les Barbeaux du Kivu, les écailles sont souvent un peu plus grandes que dans les formes des lacs nilotiques (Victoria, Édouard et George).

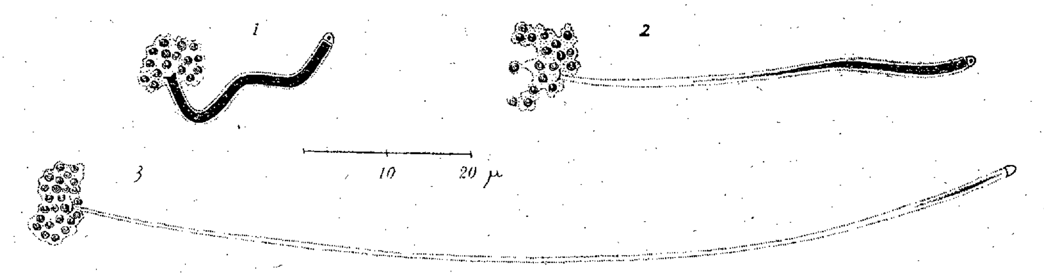
ZOOLOGIE. — *Le fonctionnement des colloblastes.* Note ([2]) de M. **Robert Weill**, présentée par M. M. Caullery.

Si le développement et la structure fine des colloblastes continuent à faire l'objet de nombreuses discussions, on a toujours été d'accord pour leur attribuer un fonctionnement étroitement conditionné par les caractères essentiels de leur organisation. Ce seraient des appareils de préhension (*Greifzellen lasso-cells*), retenant par les granules collants de leur *tête* (*collosphère*) les proies ou ennemis éventuels passant au voisinage du Cténaire. Le pédoncule ou *filament spiral* (*collopode*) du colloblaste est assimilé à un muscle; il serait élastique, et capable de résister ainsi aux fortes tractions; en outre, il serait contractile, ce qui lui assurerait la possibilité de fonctionner plusieurs fois, sinon indéfiniment. L'examen des documents bibliographiques montre que cette interprétation, quoique

([1]) *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 58, 1933, p. 169.
([2]) Séance du 28 octobre 1935.

admise unanimement, résulte presque exclusivement d'affirmations toutes gratuites et ne représente guère qu'une vue de l'esprit. J'ai entrepris sa vérification sur les colloblastes de *Cœloplana gonoctena*, *Pleurobrachia pileus*, *Hormiphora plumosa*, et *Lampetia pancerina;* mes observations furent identiques pour ces quatre espèces.

A. L'interprétation sus-mentionnée oblige tout d'abord à admettre d'une part, un très fort pouvoir glutinant des granules de la collosphère, d'autre part, une cohésion très forte entre les diverses parties du colloblaste (granules, collosphère, collopode); enfin, une très solide fixation du collopode au tentacule. En ce qui concerne le premier point, l'observation



Lampetia pancerina. Stades successifs de l'étirement des colloblastes.
(Frottis. Bouin-Duboscq; hématox. ferr., éosine, vert lumière.)

microscopique directe est très difficilement réalisable; le résultat négatif que l'on obtient en examinant par exemple un Copépode ayant subi le contact de colloblastes pourrait n'être qu'apparent, et tenir à la dissolution rapide ou à la disparition secondaire des granules; je réserve donc ce point particulier. La collosphère semble, comme le veut la théorie, être très solidement attachée au collopode; les frottis, même brutaux, ne réussissent jamais à l'en détacher (*fig.* 3). Par contre, la cohésion semble très faible, tant entre les granules et le corps de la collosphère d'une part, qu'entre le collopode et le tentacule de l'autre, et elle se trouve facilement rompue déjà par une faible compression d'un tentacule entre lame et lamelle, ou par un frottis, fût-il très ménagé; les colloblastes s'y trouvent presque tous détachés du tentacule et isolés les uns des autres, et l'examen *in vivo* montre, autour de leur collosphère, un nuage d'innombrables granules détachés et animés de mouvements browniens. En admettant que les granules soient collants, on ne voit donc pas comment ils pourraient fixer à la collosphère un animal vivant tant soit peu mobile, dont les moindres mouvements, au surplus, doivent immédiatement détacher du tentacule le colloblaste tout entier.

B. L'élasticité du collopode est incontestable; sur étalements ou frottis

on le voit déroulé et étiré à des degrés divers, souvent considérables, sans qu'il se rompe jamais (*fig.* 1 à 3). Par contre, rien ne permet de le croire musculaire et contractile, et il semble bien qu'en dernière analyse cette hypothèse repose seulement sur sa ressemblance superficielle avec le pédoncule des Vorticelles. De structure homogène, ni l'examen *in vivo*, ni les préparations colorées ne mettent en évidence aucune substance pouvant être musculaire; on n'y trouve ni cordon plasmatique complexe, ni spasmonème strié ou réticulé. Sur le vivant, et quels qu'aient été les moyens mis en œuvre (compression, dessiccation, solutions hypotoniques, acides, bases, colorants vitaux), je n'ai jamais vu aucun collopode esquisser le moindre mouvement de contraction; ceux qu'on arrive à étirer sous le microscope par glissement de la lamelle restent inertes dès que la traction s'arrête. Le chlorure de magnésium, qui provoque facilement et très rapidement le relâchement de tous les muscles, et en particulier des tentacules, ne détermine ni l'allongement des collopodes encore enroulés, ni la contraction de ceux qui ont été préalablement étirés. Cet étirement est donc passif et certainement irréversible, et, en admettant qu'il intervienne dans le fonctionnement du colloblaste, celui-ci ne pourrait donc fonctionner qu'une seule fois.

Mais l'ensemble de ces observations montre, en fait, que le fonctionnement des colloblastes est sans rapport précis avec les caractères essentiels de leur organisation, et qu'ils ne sauraient représenter des appareils de préhension. S'ils interviennent dans la capture des proies, ce qui reste possible, ils semblent ne le pouvoir que par la libération rapide d'une quantité considérable de granules agglutinants (?), phénomène dont la signification éthologique serait peut-être comparable à celle de l'émission de mucus chez beaucoup d'animaux.

Remarques à propos de la Communication précédente, par M. **Maurice Caullery**.

Les constatations précises de M. R. Weill font justice d'interprétations hâtives basées sur une étude trop superficielle de la structure des colloblastes et qui avaient conduit à leur attribuer un fonctionnement et un rôle éthologique qu'ils n'ont pas en réalité. Mais il ne me semble pas qu'on puisse en conclure que « leur fonctionnement n'est pas en rapport avec les caractères essentiels de leur organisation ». Le désaccord, ici comme dans nombre d'autres cas, n'existe qu'entre cette organisation (plus ou moins bien analysée et connue) et le fonctionnement qu'on en avait arbitraire-

ment déduit. L'intérêt de la Note de M. Weill est donc d'avoir rectifié ces interprétations abusives. Elle n'implique pas réellement un désaccord objectif entre la structure et la fonction. Peut-être celle-ci devrait-elle être cherchée en connexion avec un rôle sensoriel (tactile ?) des tentacules du Cténophore. Toutes les inductions antérieures avaient été, en réalité, inspirées par les affinités supposées des Cténophores et des Cœlentérés (et, par suite, par une assimilation fonctionnelle plus ou moins précise des colloblastes et des nématocystes). Aujourd'hui les deux groupes apparaissent comme totalement indépendants.

BIOCHIMIE DE LA SEXUALITÉ. — *Influence du sexe sur les lipides de quelques mollusques marins.* Note ([1]) de MM. **J. Timon-David** et **G. Ceresola**, présentée par M. Charles Gravier.

Les travaux récents ont attiré l'attention sur les différences liées au sexe dans le métabolisme des lipides; cette notion paraît très générale et nous apportons des résultats concordants pour le groupe d'invertébrés que nous avons étudié.

Nos recherches ont porté sur des Mollusques marins appartenant à des classes variées : un Céphalopode (*Eledone moschata*), un Gastéropode (*Murex brandaris*), un Lamellibranche (*Mytilus galloprovincialis*). Nous avons opéré sur des individus normaux, pris au hasard et en parfait état de fraîcheur.

Les dosages ont été faits selon la technique de Kumagawa-Suto (K-S du tableau); nous avons aussi procédé à des épuisements à l'éther (Ét. du tableau) après dessiccation. Les chiffres obtenus sont plus faibles dans le premier cas (acides gras et insaponifiable seulement), mais leurs rapports restent les mêmes.

Les pourcentages que nous donnons concernent seulement l'hépatopancréas, dans le cas d'*Eledone moschata;* pour les autres Mollusques, ils ont trait à la totalité du corps (moins la coquille) et sont toujours rapportés au poids de tissus frais. Voici quelques-uns de nos résultats qui sont très nets :

Murex brandaris. — Ce Gastéropode a été étudié en avril; la teneur de la femelle en lipides est très supérieure à celle des mâles.

([1]) Séance du 28 octobre 1935.

Mytilus galloprovincialis. — Ce Lamellibranche, objet des études de Marchand (1916), nous a donné des résultats comparables, établis par un grand nombre d'analyses. Nous avons observé des variations individuelles et des oscillations paraissant en rapport avec la saison; le pourcentage a toujours été plus élevé chez les femelles que chez les mâles, mais les écarts entre les deux sexes sont moins grands que chez les *Murex*.

	Sexe.	Dosage selon K-S. Nombre.	Dosage selon K-S. Acides gras + insaponifiable °/₀.	Épuisement Ét. Nombre.	Épuisement Ét. Extrait par l'éther °/₀.
Murex	♂	2	1,58	2	1,95
	♀	2	2,45	2	3,25
Eledone	♂	9	1,03	9	1,16
	♀	12	1,26	15	1,53
Mytilus	♂	7	6,31	–	–
	♀	30	10,68	–	–

Dans le cas d'*Eledone moschata*, nos recherches ayant porté exclusivement sur l'hépato-pancréas, nous avons obtenu des pourcentages beaucoup plus élevés que les précédents.

Si l'on tient compte du fait que le poids total de l'hépato-pancréas est toujours plus élevé chez la femelle que chez le mâle, on voit que les différences entre les deux sexes sont encore plus accusées.

En ce qui concerne la nature des corps gras, la détermination des indices d'iode (méthode de Wijs) nous a permis de constater que les fonctions éthyléniques sont plus abondantes chez les lipides des femelles. Voici les indices moyens calculés sur de nombreux individus :

	♂.	♀.
Murex	124,2	136,7
Eledone	162,9	168,3
Mytilus	147,5	149,3

Ces résultats paraissent s'interpréter sans difficulté dans le cadre de la deuxième loi de sexualisation physicochimique de Joyet-Lavergne : les différences de nature et de proportion dans les réserves lipidiques constituent un caractère de sexualisation du cytoplasme. Ces différences sont très nettement accusées chez les Mollusques que nous avons étudiés : le sexe femelle se distingue par sa teneur plus élevée en lipides et par la plus grande richesse en fonctions éthyléniques de ses acides gras.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de divers composés chimiques sur les phosphatases végétales*. Note de M. **Jean Courtois**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Poursuivant nos recherches sur les phosphatases végétales nous avons observé que les hydrolyses diastasiques ne suivaient pas parfaitement la loi des réactions monomoléculaires ([1]). Avec une concentration initiale M/20 en α- ou β-glycérophosphate, la réaction, pour une hydrolyse inférieure à 20 pour 100, s'effectue selon la loi des réactions monomoléculaires; mais, pour un pourcentage d'hydrolyse supérieur, la loi ne s'applique plus et la vitesse de réaction décroît régulièrement et considérablement; comme pour les phosphatases animales, ceci est dû à une action inhibitrice des phosphates libérés; nous avons vérifié que les phosphates inhibaient très fortement l'hydrolyse des glycérophosphates par la taka-diastase et les phosphatases des graines (moutarde blanche, amandes douces), l'inhibition étant proportionnelle à la concentration en phosphates. Par contre, le glycérol ne possède aucune action entravante, même à une dose dix fois supérieure à celle du glycérophosphate (M/2 en glycérol).

Nous avons ensuite étudié l'action de divers agents chimiques sur l'hydrolyse diastasique des glycérophosphates par ces trois phosphatases végétales. Nous avons déterminé dans chaque cas :

1° l'affinité K_M de la diastase pour le substrat;

2° la vitesse initiale optima, v. opt., exprimée par rapport à cette même vitesse en l'absence d'agent chimique.

I. — Taka-diastase, $0^g,05$; volume, 50^{cm^3}; $t = 37°$; pH = 4,5.

	Témoin.	Émulsine inactivée ($0^g,20$).	Glycérol (20^{cm^3}).	C^2H^5OH à 90° (10^{cm^3}).	PO^4 M/10.	AsO^4 M/50.	FNa M/500.	Strychnine M/250.	$(NO^3)^2Mg$ M/2,5.
$K_M\alpha$	43,5	43,0	14,0	50,0	16,3	20,5	25,0	23,0	45,0
$K_M\beta$	77,5	86,0	36,0	200,0	18,5	21,5	26,5	33,5	91,0
V. opt. α..	100,0	80,0	20,0	55,0	50,0	30,0	60,0	80,0	15,0
V. opt. β..	100,0	80,0	20,0	50,0	50,0	40,0	60,0	80,0	30,0

II. — Émulsine, $0^g,05$; volume, 50^{cm^3}; $t = 37°$; pH = 5,6.

	Témoin.	Taka-diastase inactivée ($0^g,20$).	Glycérol (20^{cm^3}).	C^2H^5OH à 90°. (10^{cm^3}).	PO^4 M/5.	AsO^4 M/50.	FNa M/500.	Strychnine M/250.
$K_M\alpha$ et β....	51,5	44,0	50,0	32,5	7,5	12,5	250,0	50,0
V. opt. α et β.	100,0	85,0	30,0	50,0	20,0	50,0	25,0	100,0

([1]) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 95 et 1252.

III. — Poudre fermentaire de moutarde blanche, $0^{g},05$; volume, 50^{cm^3}; $t = 37°$; pH = 5,6.

	Témoin.	FNa M/500.	Strychnine M/250	PO^4 M/5.
$K_M\alpha$	47,5	120,0	44,0	20,0
$K_M\beta$	47,5	240,0	47,5	20,0
V. opt. α	100,0	38,0	104,0	9,0
V. opt. β	100,0	35,0	108,0	10,0

Deux observations principales se dégagent de ces résultats :

1° Pour un même composé chimique l'action sur l'affinité K_M diffère selon l'origine de la diastase; les deux phosphatases de graines se comportant de façon identique réagissent différemment de la taka-diastase : FNa augmente l'affinité des diastases de graines et diminue celle de la taka, l'alcool provoque l'inverse, cependant que le glycérol à fortes doses abaisse l'affinité de la taka-diastase sans modifier celle de l'émulsine. Par contre les ions AsO^4 et PO^4 se comportent de façon identique vis-à-vis des trois diastases.

2° Pour une diastase d'origine donnée le même inhibiteur influe également sur le mécanisme d'hydrolyse des deux glycérophosphates.

On peut interpréter ces résultats en admettant que le composé chimique réagit sur l'un ou l'autre des deux constituants de la diastase mis en évidence par G. Bertrand : *a*. sur la complémentaire active, en diminuant la vitesse initiale maxima d'hydrolyse par les groupes actifs de la diastase; *b*. sur la complémentaire activante, soit en augmentant la quantité de substrat fixée par le support colloïdal de la diastase, ce qui se traduit par une augmentation de l'affinité, soit inversement en se fixant sur le support colloïdal et en entrant en compétition avec le substrat, ce qui entraîne une diminution de l'affinité.

Différentes expériences complémentaires nous ont montré que l'ion Mg à diverses concentrations ne possédait pas d'action accélératrice sur ces trois diastases, et que l'orthoxyquinoléine, inhibiteur à des concentrations M/50 et M/100, est sensiblement sans action sur ces phosphatases à des concentrations M/500 et M/5000, ce qui permet d'envisager la possibilité d'utiliser cet antiseptique pour conserver les solutions de ces diastases.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de quelques dérivés sulfurés sur la fermentation du glucose par des bactéries propioniques* (Propionibacterium 11). Note ([1]) de Mme **Paulette Chaix**, présentée par M. Alexandre Desgrez.

J'ai montré ([2]) qu'il était possible d'arrêter toute fermentation du glucose par des espèces déterminées de *Propionibacterium*, simplement en utilisant une masse de bactéries inférieure à celle correspondant à la *quantité active limite*. Ce phénomène permet de pénétrer assez intimement dans le mécanisme de la glycolyse par les organismes en question : l'inactivité des bactéries constitue bien ici un phénomène réversible; l'on peut, en effet, la faire disparaître par adjonction d'une série de substances déterminées. Le présent travail a pour but de mettre en évidence l'action réactivante à ce point de vue, des corps suivants : cystine, cystéine, glutathion (forme réduite).

Les expériences sont faites, comme précédemment, dans des tubes maintenus à 27-28°, et en anaérobiose. Chaque tube contient 5cm³ d'une solution à 0,5 pour 100 de glucose (25mmg), dans NaCl à 9 pour 100 et 10mmg de CO^3Ca. Chaque tube renferme, en outre, en suspension des bactéries (*Propionibacterium* 11), dont le poids (matière séchée à 100°) est indiqué, en milligrammes, dans les tableaux suivants. Enfin, les liquides en expérience sont additionnés de 1mmg (soit 0,02 pour 100) de l'un des activateurs mentionnés ci-dessus.

Toutes les opérations soit de préparation des expériences, soit de prélèvements au cours des essais, sont naturellement conduites avec une asepsie rigoureuse. Les deux expériences suivantes montrent la régularité des résultats obtenus :

Activateur	0.	0.	Cystine.		Cystéine.		Glutathion.	
I. Bactéries par tube	1,4	0,7	1,4	0,7	1,4	0,7	1,4	0,7
Milligrammes de glucose disparu après 21 heures	0	0	3,0	0,5	3,0	2,5	3,0	1,0
45 heures	0	0	9,0	3,5	8,0	4,5	8,0	4,0
69 heures	0	0	15,5	8,0	15,5	7,0	14,0	7,0
II. Bactéries par tube	1,6	0,8	1,6	0,8	1,6	0,8	1,6	0,8
Milligrammes de glucose disparu après 21 heures	0	0	5,0	3,0	4,0	3,0	3,0	2,5
45 heures	0	0	10,0	5,0	10,0	5,0	9,0	4,0
69 heures	0	0	14,5	8,5	15,0	8,0	13,0	7,0

([1]) Séance du 28 octobre 1935.

([2]) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 626.

Ces chiffres illustrent de façon très nette l'influence des activateurs étudiés ici : la vitesse d'attaque du glucose (exprimée en milligrammes de glucose disparu par heure) par les bactéries en petites masses, ramenée à l'unité de poids (milligramme) de bactéries, passe ainsi de la valeur o aux valeurs moyennes de 0,153 pour l'expérience I et de 0,136 pour l'expérience II, valeurs communes, pour chaque expérience, aux trois activateurs; ceux-ci se révèlent ainsi avoir, aux erreurs de dosage près, quantitativement la même action.

Pour pouvoir élucider ultérieurement le mécanisme de ce mode d'activation, qui, à la lumière d'une série de travaux récents, paraît fort important, il m'a paru utile de rechercher l'influence de la concentration en dérivé sulfuré sur son activité. L'expérience concernant le glutathion donne les chiffres ci-dessous, obtenus avec $1^{mg},3$ de bactéries :

Glutathion présent (mg)		0.	0,01.	0,10.	1,00.	2,00.
Milligrammes de glucose disparu après	22 heures	0	0,0	2,0	4,0	3,0
	45 heures	0	2,0	6,0	7,0	7,0
	69 heures	0	2,0	8,0	10,0	10,0
Milligrammes de glucose disparu par mg bactérie/heure (moyenne)		0,00	0,03	0,09	0,12	0,11

La courbe que l'on peut tracer à partir de ces résultats montre qu'il suffit d'une concentration en glutathion voisine de $0^{mg},20$ dans 5^{cm^3}, soit $1/25000^e$, pour obtenir l'action maxima, qui reste alors constante quelle que soit l'accroissement de la concentration en glutathion.

J'aurai ultérieurement l'occasion de discuter la signification profonde du phénomène qui vient d'être mis en évidence. Je signale toutefois, dès maintenant, qu'il ne saurait être attribué à une multiplication des bactéries, qui se serait produite dans les tubes additionnés d'activateurs; quoique ceux-ci soient constitués par des substances azotées, ils sont incapables, en la présence seule de glucose et de NaCl, de favoriser une croissance quelconque des organismes en question. Des numérations directes de bactéries, avant et après expérience, ont, en outre, confirmé la constance de leur nombre pendant la durée des essais. Enfin la comparaison des chiffres obtenus avec une quantité donnée de bactéries et la quantité double offre un troisième argument permettant d'écarter rigoureusement toute idée de croissance possible.

BACTÉRIOLOGIE. — *La sécrétion des protéases chez les bactéries existe-t-elle?*
(Note de M. **Waclaw Moycho**, présentée par M. Marin Molliard.)

D'après Oppenheimer et Enler les bactéries vivantes n'ont pas la faculté de sécréter des enzymes protéolytiques; ces dernières sont libérées après la mort de la cellule. Cette opinion n'a pas été prouvée expérimentalement et elle a subi ces dernières années de nombreuses critiques. Ainsi Janke et Holzer, Virtanen et Tarnauen s'efforcent de démontrer que les bactéries (*Bact. prodigiosum*, *Bact. fluorescens*) peuvent déjà à l'état normal sécréter les protéases. Mais par contre Gorbach prouve que seules les cellules mortes peuvent libérer les enzymes protéolytiques.

J'ai étudié la sécrétion des protéases chez *Bact. prodigiosum*. Le fait que les cultures plus âgées de cette bactérie peuvent hydrolyser la gélatine, est généralement connu. On n'a pas néanmoins démontré que les jeunes cultures, ne contenant pas de cellules mortes, possèdent également des propriétés protéolytiques.

Il résulte de mes recherches précédentes, sur le développement de *Bact. prodigiosum* (*Acta Soc. Bot. Poloniæ*, 1935), que le début d'une culture (milieu peptoné à 1 pour 100, $t = 23°$ C., pH voisin de 6,0) est marqué par l'accroissement rapide du nombre de cellules vivantes; mais après 2 ou 3 jours le développement atteint son maximum et c'est alors que les bactéries commencent à mourir. La mort des bactéries est suivie de la production progressive de la prodigiosine de couleur rose. En même temps la culture acquiert les propriétés protéolytiques.

Le synchronisme entre la mort des bactéries et l'apparition de la protéolyse permet de conclure que la libération de l'enzyme a lieu après la mort de la cellule. On peut néanmoins admettre que l'enzyme existe déjà avant la mort des cellules mais en très petite quantité et que c'est seulement le maximum du développement de la culture qui permet sa mise en évidence.

Pour écarter ce doute il fallait accroître la force évolutive de la première phase de la culture; on peut facilement y arriver en secouant les cultures dans le milieu liquide.

Soit par suite de la distribution plus uniforme des substances nutritives, soit par suite de la diffusion plus uniforme des substances nocives, provenant du métabolisme, soit enfin par la pénétration plus facile de l'air que les bactéries, dans les cultures secouées, se développent plus abondamment et la coloration rose apparaît beaucoup plus tard que dans les cultures non secouées.

Le milieu peptoné (à 1 pour 100, pH = 4,6-4,9) après l'ensemencement fut secoué et divisé en deux parties égales; une partie fut laissée au repos, l'autre fut secouée de temps en temps. Après 3-5 jours on a défini par la méthode fournie dans ma publication précédente (*Comptes rendus*, 1930) le degré du développement dans les deux cultures ainsi que le pH. La présence ou l'absence de la prodigiosine, comme signe de la mort des cellules, furent également notées. Enfin on a apprécié la faculté protéolytique de chaque culture; elle fut mesurée par la vitesse de la dissolution de la gélatine (12 pour 100, pH = 6,8), contenue dans des tubes à essais de $0^{mm},8$ de diamètre. Le liquide de culture après l'addition du toluol, fut déposé à dose de $0^{cm^3},3$ à la surface de la gélatine. Sous l'influence de l'enzyme, la gélatine subissait l'hydrolyse. La hauteur du bloc de la gélatine liquéfiée, exprimée en millimètres, après les 24 heures et à la température de 23°C., servait de mesure de la force protéolytique.

Le tableau ci-joint représente les trois expériences concernant la sécrétion des protéases.

Expérience nº	Culture.	pH initial.	Observ. au bout de	pH final.	Coloration.	Millions de bactéries.	Protéolyse (mm).
1	au repos	4,90	3 jours	6,80	rose	14,7	1,2
	secouée			6,75	incolore	36,8	0
2	au repos	4,65	3 jours	6,35	rose faible	24,5	0,9
	secouée			6,30	incolore	63,5	0
3	au repos	4,65	5 jours	7,50	rose	15,8	1,9
	secouée			7,47	rose faible	70,3	0,7

Il résulte de ces expériences que le développement dans les cultures secouées se fait beaucoup plus abondamment (2,5-4 fois) que dans les cultures laissées au repos. Dans ces dernières l'évolution parcourt plus vite et par suite la période de la mort des cellules arrive plus tôt, ce qui explique une apparition plus rapide des facultés protéolytiques.

Si les protéases provenaient des cellules vivantes, elles apparaîtraient plus tôt dans les cultures secouées, ces dernières étant plus riches en nombre de bactéries vivantes. Ce n'est pas le cas. Ces expériences semblent démontrer indubitablement que les protéases, au moins chez *Bact. prodigiosum*, sont libérées seulement après la mort de la bactérie.

Elles nous montrent en même temps qu'à la suite de la mort artificielle à l'aide du toluol, ainsi d'ailleurs que du chloroforme et de l'éther, l'enzyme n'est pas libérée de la cellule. Les bactéries ne peuvent donc libérer les protéases qu'à la suite de leur mort naturelle.

La séance est levée à 15^h30^m.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 12 NOVEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *La documentation scientifique.* Note de M. AUGUSTE BÉHAL.

J'ai l'honneur de déposer sur le Bureau deux volumes qui viennent très heureusement compléter l'*Inventaire des Périodiques scientifiques des Bibliothèques de Paris*, publié sous la direction de notre éminent confrère M. Alfred Lacroix.

Le premier de ces volumes, *La Documentation en France*, est un répertoire des centres de documentation existant dans le pays, et dont les chercheurs, par simple ignorance de leur existence, ne tirent souvent aucun profit. L'*Union française des organismes de documentation*, qui a son siège dans la *Maison de la Chimie* et dont le président est l'administrateur délégué de cette institution, a jugé indispensable de mettre en valeur leurs ressources documentaires. Ce volume comporte des notices détaillées sur 70 centres de documentation dont l'activité intéresse toutes les branches des connaissances.

Le second volume est le *Répertoire international des centres de documentation chimique*, publié par l'*Office international de Chimie* et englobant 46 centres qui, en dix pays, sont à même de fournir, sur demande, une documentation concernant la chimie et ses multiples applications.

Ces deux volumes illustrent l'organisation de la documentation qui tend à s'établir sur deux plans : le plan national ou horizontal, qui assure une

liaison permanente entre les centres d'un même pays, et le plan international ou vertical qui unit les centres d'une même discipline.

Si chacun des organismes nationaux et internationaux éditait un répertoire, leur groupement formerait un inventaire complet des ressources documentaires que les centres peuvent mettre dans le monde entier à la disposition des chercheurs.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président du Conseil** invite l'Académie à désigner deux de ses Membres qui feront partie du *Conseil supérieur de Statistique*, réorganisé par le décret du 30 octobre 1935.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Auguste Collard. *L'abbé* Aloys Verschaffel (1850-1933).

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Le problème de la répartition.* Note (¹) de M. **Edgar Baticle**, présentée par M. Émile Borel.

La probabilité pour que, m objets étant répartis en n lots, k de ces lots contiennent plus de p objets est, ainsi que cela résulte de mes Notes des 26 juin et 25 septembre 1933,

$$(1)\quad \varpi_k^p = C_n^k \left\{ C_{m-kp-1}^{n-1} - C_{n-k}^1 C_{m-(k+1)p-1}^{n-1} + C_{n-k}^2 C_{m-(k+2)p-1}^{n-1} - C_{n-k}^3 C_{m-(k+3)p-1}^{n-1} + \ldots \right\} : C_{m-1}^{n-1}.$$

Or, il peut être intéressant de chercher la probabilité ϖ_0^p d'un groupement où il n'y aurait *aucun* lot comportant plus de p objets.

Si, comme dans ma Note du 26 juin 1933, j'appelle $X_1, X_2, \ldots, X_i$ les nombres des groupements distincts, où il y a 1, 2, ..., i lots ayant plus de p objets et X_0 le nombre des groupements, où tous les lots comportent

---

(¹) Séance du 4 novembre 1935.

moins de $p+1$ objets, on a, puisque le nombre total de groupements en n lots est C_{m-1}^{n-1},

$$C_{m-1}^{n-1} = X_0 + X_1 + X_2 + \ldots + X_i + \ldots.$$

Or cette équation n'est autre que celle qu'on obtient en faisant $k=0$ dans l'équation générale du système que j'ai donné. Il en résulte qu'on aura, en appliquant la formule (1) ci-dessus,

$$(2)\qquad \varpi_0^p = \{ C_{m-1}^{n-1} - C_n^1 C_{m-p-1}^{n-1} + C_n^2 C_{m-2p-1}^{n-1} - C_n^3 C_{m-3p-1}^{n-1} + \ldots \} : C_{m-1}^{n-1}.$$

Si m est très grand, on aura, en posant $\alpha = p/m$,

$$(3)\qquad \varpi_0^p = 1 - C_n^1 (1-\alpha)^{n-1} + C_n^2 (1-2\alpha)^{n-1} - C_n^3 (1-3\alpha)^{n-1} + \ldots.$$

Si n est également très grand, on pourra écrire, avec l'approximation que j'ai évaluée dans la seconde des Notes précitées,

$$(4)\qquad \varpi_0^p = [1-(1-\alpha)^{n-1}]^p.$$

Au lieu d'une répartition de m objets en n lots, on peut envisager une répartition *de m objets dans n compartiments*, certains de ces compartiments pouvant rester vides.

Ce problème se ramène au précédent : il suffit de considérer $m+n$ objets, à répartir en n lots et de chercher les probabilités relatives à des lots de $p+1$ objets (au lieu de p).

Mais, dans ce cas, il faut une certaine prudence dans l'emploi de formules asymptotiques analogues à celles du problème des lots; le rapport $C_{m+n-j(p+1)-1}^{n-1} : C_{m+n-1}^{n-1}$ ne peut être remplacé par $(1-\beta)^{n-1}$, où l'on a posé $\beta = (p+1) : (m+n-1)$, que si $m : (m+n)$ est très petit. S'il n'en est pas ainsi et si, au contraire, n est voisin de $m+n$, on pourra prendre pour valeur asymptotique du rapport envisagé l'expression

$$\left[\frac{m-j(p+1)}{m+n-j(p+1)}\right]^{j(p+1)},$$

qui, pour de petites valeurs de p, est elle-même voisine de $(m/n)^{j(p+1)}$. Dans ce cas, les premiers termes de ϖ_0^p sont voisins des premiers termes de $e^{-\frac{m^{p+1}}{n^p}}$.

Je donnerai deux applications de ma théorie relatives aux accidents de chemins de fer :

1° Il peut arriver que, certaine année, le nombre des accidents d'une nature déterminée soit notablemeut supérieur à la moyenne constatée pendant plusieurs années : faut-il en conclure qu'une cause systématique est entrée en jeu ?

De 1925 à 1932 ($n=8$), le nombre des accidents dus à une déformation de la voie a été $m=58$. Il y en a eu 14 en 1931. Pour savoir ce qu'on doit en penser, je cherche la probabilité ϖ_0^{13} pour qu'il n'y ait pas de groupement de 58 objets ou un compartiment au moins aurait plus de $p=13$ objets :

$$\varpi_0^{13}=[C_{65}^{7}-C_8^1 C_{51}^{7}+C_8^2 C_{37}^{7}-C_8^3 C_{23}^{7}+C_8^4 C_9^7]:C_{65}^{7}.$$

Le calcul direct donne $\varpi_0^{13}=0,064$, soit environ $1/16^e$. Il en résulte que, sur 16 périodes de 8 années comportant chacune 58 accidents, on doit s'attendre à en trouver 15 où, par le seul jeu du hasard, il y aurait au moins une année avec un nombre d'accidents supérieur ou égal à 14.

2° Il y a en moyenne par an 150 accidents de véhicules aux 28072 passages à niveau munis de barrières des grands réseaux de chemins de fer. Quelle est la probabilité pour qu'il n'y ait pas de passage à niveau ayant eu plus de *un* accident ? Ici, le nombre d'objets est $m=150$, et le nombre de compartiments est $n=28072$. D'où la probabilité cherchée

$$\varpi_0^1=[C_{28221}^{28071}-C_{28072}^{1}\times C_{28219}^{28071}+C_{28072}^{2}\times C_{28217}^{28071}-\ldots]:C_{28221}^{28071}.$$

Le calcul direct donne en prenant 5 termes $\varpi_0^1=0,450$, à moins de $1/1000^e$ près. Sur une période de un siècle, il faut donc s'attendre, *en supposant que le hasard intervient seul*, à trouver 55 années pendant lesquelles il y aura eu au moins un passage à niveau avec plus d'un accident.

La probabilité d'avoir au moins un passage à niveau avec plus de *deux* accidents est 0,9958.

Je remarquerai, pour terminer, que la formule (3) donne la probabilité que dans une élection où il y a n candidats aucun n'obtiendra la fraction α des suffrages : c'est la généralisation d'un résultat que j'ai donné dans ma Note du 29 mars 1932, où j'avais traité le cas de $\alpha=1/2$.

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la conservation du facteur commun de Spearman dans une substitution linéaire.* Note de M. **Géza Kunetz**, présentée par M. Émile Borel.

Je me propose de développer quelques questions soulevées par une Note de M. Darmois [1]. Il s'agit d'étudier la conservation du facteur commun

[1] *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1358.

de Spearman dans une substitution linéaire, à déterminant non nul, effectuée sur les variables aléatoires $x_1 = a_1 g + s$; $x_2 = a_2 g + s_2$, ..., $x_n = a_n g + s_n$. Je vais montrer que, exception faite de certains cas très particuliers, la substitution ne peut conduire à un facteur commun que si les variables g et s suivent des lois de Gauss.

Supposons que les g et s soient réduits et soit la nouvelle variable

$$y_i = \Sigma \alpha_{ik} x_k = k_i h + t_i.$$

La conservation du facteur commun se traduit par l'identité entre les fonctions caractéristiques des lois (anciennes et nouvelles) à n variables :

$$\varphi_0(a_1 u_1 + a_2 u_2 + \ldots + a_n u_n)\varphi_1(u_1)\varphi_2(u_2)\ldots\varphi_n(u_n) \equiv \Phi_0(A_1 U_1 + \ldots)\Phi_1(U_1)\ldots\Phi_n(U_n),$$

où l'on a $u_i = \Sigma \alpha_{ki} U_k$. Introduisons la fonction $\psi = \log\varphi$, on aura

$$\begin{aligned}(1)\qquad & \psi_0(a_1 u_1 + \ldots + a_n u_n) + \psi_1(u_1) + \ldots + \psi_n(u_n) \\ & \equiv \Psi_0(A_1 U_1 + \ldots + A_n U_n) + \Psi_1(U_1) + \ldots + \Psi_n(U_n).\end{aligned}$$

Effectuons, sur les u, la substitution

$$u_1 = v_1, \quad u_2 = v_2, \quad \ldots, \quad u_l = \frac{1}{a_l}(v_l - a_1 v_1 - a_2 v_2 - \ldots - a_n v_n), \quad \ldots, \quad u_n = v_n$$

et

$$a_1 u_1 + a_2 u_2 + \ldots + a_n u_n = v_l.$$

Dérivons maintenant l'identité (1) quatre fois de suite, successivement par rapport à U_i, U_j, v_p, v_q. Nous obtenons

$$\psi'_0 \Sigma a_k \alpha_{ik} + \psi'_1 \alpha_{i1} + \psi'_2 \alpha_{i2} + \ldots + \psi'_n \alpha_{in} \equiv A_i \Psi'_0 + \Psi'_i;$$

$$\psi''_0 \Sigma a_k \alpha_{ik} \Sigma a_k \alpha_{jk} + \psi''_1 \alpha_{i1}\alpha_{j1} + \ldots + \psi''_n \alpha_{in}\alpha_{jn} \equiv A_i A_j \Psi''_0,$$

$$\psi'''_p \alpha_{ip}\alpha_{jp} - \psi'''_l \alpha_{il}\alpha_{jl}\frac{a_p}{a_l} \equiv A_i A_j \Sigma A_k \frac{\partial U_k}{\partial v_p}\Psi'''_0,$$

$$\psi^{\text{IV}}_l \alpha_{il}\alpha_{jl}\frac{a_p a_2}{a_l^2} \equiv \Psi^{\text{IV}}_0 A_i A_j \Sigma A_k \frac{\partial U_k}{\partial v_p}\Sigma A_k \frac{\partial U_k}{\partial v_q}.$$

C'est cette dernière équation qui nous servira de point de départ. On vérifie facilement que l'on a

$$\Sigma A_k \frac{\partial U_k}{\partial v_p} = \Sigma_p - \frac{a_p}{a_l}\Sigma_l$$

avec

$$\Sigma_i = \frac{\begin{Vmatrix}\alpha_{11} & \alpha_{12} & \ldots & \alpha_{1i-1} & A_1 & \ldots & \alpha_{1n}\end{Vmatrix}}{\begin{Vmatrix}\alpha_{11} & \alpha_{12} & \ldots & \alpha_{1i-1} & \alpha_{1i} & \ldots & \alpha_{1n}\end{Vmatrix}}.$$

En particulier, si l'on n'avait pas fait la substitution sur les u, on aurait

$$\Sigma A_k \frac{\partial U_k}{\partial u_p} = \Sigma_p,$$

Considérons donc l'identité

$$\psi_l^{\text{IV}} \alpha_{il} \alpha_{jl} \frac{a_p a_q}{\alpha_l^2} \equiv \Psi_0^{\text{IV}} A_i A_j \left(\Sigma_p - \frac{a_p}{a_l} \Sigma_l\right) \left(\Sigma_q - \frac{\alpha_q}{a_l}\right).$$

On peut démontrer en toute rigueur que, si l'on ne suppose pas tous les ψ^{IV} constants ou nuls, on n'est conduit qu'à un cas très particulier.

Supposons alors que tous les ψ^{IV} soient constants et posons $\psi_l^{\text{IV}} = d_l$ et $\Psi_0^{\text{IV}} = D_0$. Nous aurons

$$d_l \alpha_{il} \alpha_l \frac{a_p \alpha_q}{\alpha_l^2} = D_0 A_i A_j \left(\Sigma_p - \frac{a_p}{a_l} \Sigma_l\right) \left(\Sigma_q - \frac{a_q}{a_l} \Sigma_l\right)$$

et de même

$$d_l \alpha_{il} \alpha_{kl} \frac{a_p \alpha_q}{\alpha_l^2} = D_0 A_i A_k \left(\Sigma_p - \frac{a_p}{a_l} \Sigma_l\right) \left(\Sigma_q - \frac{a_q}{a_l} \Sigma_l\right),$$

en divisant $\alpha_{jl}/\alpha_{kl} = A_j/A_k$, le second membre est indépendant de l, donc $\alpha_{il}/\alpha_{jl} = \alpha_{im}/\alpha_{jm}$. Or ceci est inadmissible. En effet, les colonnes des α seraient proportionnelles entre elles, ce qui est contraire à l'hypothèse que la transformation est à déterminant non nul, et conduirait d'ailleurs à des y_i tous proportionnels entre eux.

Nous devons donc supposer tous les ψ^{IV} nuls. Posons $\psi_l''' = c_l$; $\psi_0''' = C_0$. Nous aurons

$$c_p \alpha_i \alpha_{jp} - c_l \alpha_{il} \alpha_{jl} \frac{a_p}{a_l} = C A_i A_j \left(\Sigma_p - \frac{a_p}{a_l} \Sigma_l\right)$$

ou

$$\frac{c_p}{a_p} \frac{\alpha_{ip}}{A_i} \frac{\alpha_{jp}}{A_j} - \frac{c_l}{a_l} \frac{\alpha_{il}}{A_i} \frac{\alpha_{jl}}{A_j} = C\left(\frac{\Sigma_p}{a_p} - \frac{\Sigma_l}{a_l}\right).$$

Le second membre est indépendant de i et j.

En posant

$$\frac{\alpha_{ip}}{A_i} \sqrt{\frac{c_p}{a_p}} = b_i \quad \text{et} \quad \frac{\alpha_{il}}{A_i} \sqrt{\frac{c_l}{a_l}} = c_i,$$

nous pouvons écrire

$$b_i b_j - c_i c_j = b_i b_k - c_i c_k \quad \text{et} \quad b_l b_j - c_l c_j = b_l b_k - c_l c_k$$

ou

$$b_i(b_j - b_k) = c_i(c_j - c_k) \quad \text{et} \quad b_l(b_j - b_k) = c_l(c_j - c_k).$$

On a donc ou bien $b_j = b_k$ et $c_j = c_k$, ou bien $b_i/c_i = b_e/c_e = K = \pm 1$.

Or $b_i = b_j$ signifie

$$\frac{\alpha_{ip}}{A_i} = \frac{\alpha_{jp}}{A_j}; \qquad \text{donc} \quad \frac{\alpha_{ip}}{\alpha_{jp}} = \frac{\alpha_{im}}{\alpha_{jm}},$$

ce qui est inadmissible, et $b_i = c_i$ signifie

$$\alpha_{ip}\sqrt{\frac{c_p}{a_p}} = \alpha_{il}\sqrt{\frac{c_l}{a_l}}; \qquad \text{donc} \quad \frac{\alpha_{ip}}{\alpha_{il}} = \frac{\alpha_{jp}}{\alpha_{jl}},$$

également inadmissible.

Nous devons donc supposer tous les ψ''' nuls, et les variables doivent suivre les lois de Gauss. La condition à laquelle doit satisfaire la transformation pour conduire alors à un facteur commun est la relation entre les ψ'', qui est analogue à une condition d'orthogonalité des α.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les axiomes d'appartenance de la géométrie euclidienne.* Note [1] de M. **Nil Glagoleff**, présentée par M. Élie Cartan.

En partant du système des axiomes du premier groupe de la géométrie projective, on peut se demander comment il faut modifier ce système pour l'approprier à l'espace euclidien. En se basant sur les travaux de M. Enriques, on peut réduire les axiomes du premier groupe de la géométrie projective au système suivant [2] :

I. Axiomes de la connexion :

a. Si un élément géométrique x appartient à l'élément y, l'élément y appartient à l'élément x;

b. Si le point A *et le plan α appartiennent simultanément à la droite a, ils s'appartiennent l'un à l'autre;*

c. Il existe au moins quatre points qui n'appartiennent à aucun plan et à aucune droite.

II. Axiomes d'appartenance :

1. *Deux points déterminent une droite à laquelle ils appartiennent;*
2. *Deux plans déterminent une droite qui leur appartient;*
3. *Un point et une droite ne passant pas par ce point déterminent un plan qui les contient;*

---

(1) Séance du 4 novembre 1935.

(2) Nil Glagoleff, *Periodico di Matematiche*, 4e série, 14, iii, 1935, p. 172-176.

4. *Un plan et une droite non contenue dans ce plan déterminent un point qui leur appartient.*

En enlevant de l'espace projectif tous les points du plan impropre et en changeant le système des axiomes énoncés plus haut, nous obtenons le système des axiomes du premier groupe de l'espace euclidien. Les axiomes I, *a*, *b*, *c* et II, 1 restent sans changement. L'axiome II, 2 est modifié de la manière suivante :

II, 2_1. *Deux plans distincts qui ont un point commun déterminent une droite qui lui appartient.*

Au lieu des axiomes II, 3 et II, 4 nous prenons maintenant les axiomes suivants :

II, 3_1. *Tout plan contient au moins un point;*

II, 4_1. *Un point* A *et une droite a qui ne lui appartient pas déterminent un plan* α *et il existe dans ce plan une droite et une seule passant par* A *et n'appartenant pas à a* (axiome des parallèles).

Les axiomes d'appartenance II, 1 ; II, 2_1 ; II, 3_1 et II, 4_1 sont indépendants : si nous fixons un quelconque de ces axiomes il est aisé de construire un système géométrique dans lequel tous les autres axiomes d'appartenance sont vérifiés sauf celui qui est fixé.

En se basant sur les axiomes I, *a*, *b*, *c*; II, 1; II, 2_1; II, 3_1 et II, 4_1, il est aisé de démontrer que : chaque droite contient au moins deux points; chaque plan contient au moins trois points; si deux points de la droite *a* appartiennent au plan α, la droite *a* elle-même appartient à ce plan. Ainsi on peut démontrer toutes les propositions d'appartenance de l'espace euclidien. La particularité de ce système consiste en ce qu'il n'exige pas *a priori* l'existence de points sur la droite, comme cela a lieu dans le système de M. Hilbert.

L'espace considéré comme un ensemble de points, de droites et de plans vérifiant les axiomes I, *a*, *b*, *c*, II, 1, 2_1, 3_1, 4_1, peut être complété dans l'espace projectif par l'introduction des éléments impropres de la manière habituelle.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Invariants tangentiels relatifs au réseau conjugué commun à deux surfaces applicables.* Note de M. **Marcel Vasseur**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Les invariants tangentiels de Laplace relatifs à un réseau conjugué, s'expriment à l'aide des seuls coefficients de l'élément linéaire; ces inva-

riants se conservent dans une déformation sur le réseau conjugué en jeu comme base (en supposant le réseau base simple ou principale).

Dans ce qui suit j'étudie, du même point de vue, l'équation tangentielle de Laplace : ses invariants dépendent de la seconde forme fondamentale, mais leur somme s'exprime à l'aide des coefficients de l'élément linéaire. Je cherche ensuite s'il existe une déformation sur le réseau comme base avec conservation des invariants tangentiels.

2. Soient (E, F, G), (δ, o, δ''), (e, f, g) les coefficients des trois formes fondamentales de S, nous désignons par $\left\{ \begin{matrix} ij \\ k \end{matrix} \right\}$ les symboles de Christoffel de la première forme, par $\left\{ \begin{matrix} ij \\ k \end{matrix} \right\}'$ ceux de la troisième forme, par K la courbure totale de S.

Les cosinus directeurs de la normale et la distance de l'origine au plan tangent satisfont à l'équation

$$\frac{\partial^2 c}{\partial u \, \partial v} - \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 1 \end{matrix} \right\}' \frac{\partial c}{\partial u} - \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 2 \end{matrix} \right\}' \frac{\partial c}{\partial v} + fc = 0. \tag{1}$$

Les équations de Codazzi

$$\frac{\partial \log \delta}{\partial v} = \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 1 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} 11 \\ 2 \end{matrix} \right\} \frac{\delta''}{\delta}, \qquad \frac{\partial \log \delta''}{\partial u} = \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 2 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} 22 \\ 1 \end{matrix} \right\} \frac{\delta}{\delta''}$$

et les formules connues

$$\left\{ \begin{matrix} 12 \\ 1 \end{matrix} \right\}' = - \left\{ \begin{matrix} 11 \\ 2 \end{matrix} \right\} \frac{\delta''}{\delta}, \qquad \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 2 \end{matrix} \right\}' = - \left\{ \begin{matrix} 22 \\ 1 \end{matrix} \right\} \frac{\delta}{\delta''}, \qquad f = -\mathrm{FK}$$

permettent d'écrire pour (1) et ses invariants h et k

$$\frac{\partial^2 c}{\partial u \, \partial v} + \left[\left\{ \begin{matrix} 12 \\ 1 \end{matrix} \right\} - \frac{\partial \log \delta}{\partial v} \right] \frac{\partial c}{\partial u} + \left[\left\{ \begin{matrix} 12 \\ 2 \end{matrix} \right\} - \frac{\partial \log \delta''}{\partial u} \right] \frac{\partial c}{\partial v} - \mathrm{FK} c = 0, \tag{1'}$$

$$h = - \frac{\partial^2 \log \delta}{\partial u \, \partial v} + \frac{\partial}{\partial u} \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 1 \end{matrix} \right\} + \left\{ \begin{matrix} 11 \\ 2 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 22 \\ 1 \end{matrix} \right\} + \mathrm{FK}, \tag{2}$$

$$k = - \frac{\partial^2 \log \delta''}{\partial u \, \partial v} + \frac{\partial}{\partial v} \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 2 \end{matrix} \right\} + \left\{ \begin{matrix} 11 \\ 2 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 22 \\ 1 \end{matrix} \right\} + \mathrm{FK}. \tag{3}$$

En additionnant (2) et (3) et tenant compte de l'équation de Gauss

$$\delta\delta'' = \mathrm{H}^2 \mathrm{K}, \qquad \mathrm{H}^2 = \mathrm{EG} - \mathrm{F}^2,$$

$$h + k = -2 \frac{\partial^2 \log \mathrm{HK}}{\partial u \, \partial v} + \frac{\partial}{\partial u} \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 1 \end{matrix} \right\} + \frac{\partial}{\partial v} \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 2 \end{matrix} \right\} + 2 \left\{ \begin{matrix} 11 \\ 2 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 22 \\ 1 \end{matrix} \right\} + 2\,\mathrm{KF}.$$

La somme des invariants tangentiels de Laplace relatifs à un réseau

conjugué d'une surface ne dépend que de l'élément linéaire de cette dernière.

3. Soient (S) et $(\overline{S})$ deux surfaces applicables rapportées à leur réseau conjugué commun. Pour la surface (S) nous conservons les notations du paragraphe précédent et désignons par $(\overline{\delta}, o, \overline{\delta}'')$ les coefficients de la seconde forme fondamentale de $(\overline{S})$.

Exprimons que les invariants tangentiels du réseau (u, v) sont les mêmes sur (S) et $(\overline{S})$,

$$\frac{\partial^2 \log\delta}{\partial u\,\partial v} = \frac{\partial^2 \log\overline{\delta}}{\partial u\,\partial v}, \qquad \frac{\partial^2 \log\delta''}{\partial u\,\partial v} = \frac{\partial^2 \log\overline{\delta}''}{\partial u\,\partial v},$$

ces équations et l'égalité de $\delta\delta''$ et $\overline{\delta}\overline{\delta}''$ donnent

$$\overline{\delta} = \delta\frac{V}{U}, \qquad \overline{\delta}'' = \delta''\frac{U}{V},$$

où U et V sont respectivement de fonctions de u et v. Substituons ces expressions de $\overline{\delta}$ et $\overline{\delta}''$ dans les équations de Codazzi, vérifiées elles-mêmes par δ et δ'', on trouve (en posant $U_1 = U^2$, $V_1 = -V^2$)

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} -\left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\}' &= \left\{\begin{matrix}11\\2\end{matrix}\right\}\frac{\delta''}{\delta} = \frac{V'V}{U^2-V^2} = -\frac{1}{2}\frac{V'_1}{U_1+V_1},\\ -\left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\}' &= \left\{\begin{matrix}22\\1\end{matrix}\right\}\frac{\delta}{\delta''} = \frac{U'U}{V^2-U^2} = -\frac{1}{2}\frac{U'_1}{U_1+V_1},\end{aligned}\right.$$

$$(5)\qquad h = k = -\frac{1}{4}\frac{U'_1V'_1}{(U_1+V_1)^2} - f = -\left\{\begin{matrix}11\\2\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}22\\1\end{matrix}\right\} + FK;$$

on voit que l'équation tangentielle de Laplace envisagée a nécessairement ses invariants égaux. Il y a plus, de (4) on déduit

$$\frac{\partial}{\partial u}\left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\}' = \frac{\partial}{\partial v}\left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\}' = -2\left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\}'\left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\}'.$$

Ce sont les équations de Cosserat qui expriment que le réseau (u, v) est conjugué sur ∞^1 déformées de S. On peut donc énoncer :

La condition nécessaire et suffisante pour que le réseau conjugué commun à deux surfaces applicables ait les mêmes invariants tangentiels sur ces surfaces est que ce réseau soit permanent sur ∞^1 déformées.

Le fait de la déformation continue est d'ailleurs en évidence sur les équations (4) : il suffit d'observer que l'on peut changer U_1 en $U_1 + m$, V_1 en $V_1 - m$, m est le paramètre de déformation.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur la relation entre les propriétés tangentielles et métriques des ensembles cartésiens*. Note de M. **Frédéric Roger**, présentée par M. Émile Borel.

Nous avons montré [1] comment le remarquable théorème de M. Arnaud Denjoy sur le contingent des courbes représentatives de fonction continue [2] trouve son fondement dans la nature intime du contingent des courbes de Jordan, d'un espace cartésien à un nombre quelconque de dimensions. Il y a plus : ce fondement se trouve dans la structure même du contingent des ensembles cartésiens les plus généraux. En effet, envisageant d'abord ce qui se passe dans le plan, nous avons cette proposition :

Dans tout ensemble plan, en négligeant éventuellement un sous-ensemble de longueur nulle, si le contingent n'est pas formé de tout le plan, le contingent bilatéral (ensemble des droites appartenant bilatéralement au contingent) *se réduit à une seule droite et, dans ce cas, si le contingent n'est pas formé de tout un demi-plan, il se réduit à une tangente unique bilatérale.*

On conçoit l'intérêt de cette proposition dans la théorie des variables complexes. Bornons-nous, pour l'instant à celle des variables réelles : le théorème des nombres dérivés, établi par M. Arnaud Denjoy pour les fonctions continues [2], puis par Mme Grâce Ghisholm Young pour les fonctions mesurables [3], est vrai pour les fonctions absolument quelconques, même non uniformes. La propriété s'applique indifféremment à toutes les espèces de courbes, eussent-elles des points multiples. Elle s'étend à l'espace à trois dimensions :

Dans tout ensemble cartésien à trois dimensions, à une exception près de surface nulle, si le contingent laisse échapper une demi-droite, le contingent bilatéral se réduit à un plan et, dans ce cas, si le contingent n'est pas formé de tout un demi-espace, il se réduit à ce seul plan.

Sous cette forme, la propriété intéresse tout particulièrement les surfaces; dans l'étude des courbes, il y a lieu de pousser plus loin l'analyse de la structure du contingent :

Dans tout ensemble cartésien à trois dimensions, à une exception près de longueur nulle, le sous-ensemble, où le contingent bilatéral laisse échapper

---

(1) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 2050, et **201**, 1935, p. 28.

(2) A. Denjoy, *Journ. de Math. pures et appl.*, 7e série, **1**, 1915, p. 194.

(3) Mme G. Chisholm Young, *Comptes rendus*, **162**, 1916, p. 380.

tout un plan, coïncide avec celui où le contingent bilatéral se réduit à une seule droite et le contingent en entier à un système de demi-plans admettant pour axe la droite précédente.

Ce qui se transpose dans les espaces supérieurs en un énoncé d'une grande précision :

Théorème général. — *Dans tout ensemble cartésien à n dimensions, à une exception près de mesure d'ordre p nulle, le sous-ensemble où le contingent bilatéral laisse échapper une variété linéaire à n — p dimensions* [1], *coïncide avec celui où le contingent bilatéral se réduit à une variété linéaire à p dimensions et la totalité du contingent à un système de demi-variétés linéaires à p + 1 dimensions admettant la précédente pour base.*

La démonstration, par l'absurde, de cette proposition consiste à prouver qu'un certain sous-ensemble ne saurait avoir une mesure d'ordre p positive. Dans les raisonnements, on peut supposer fermé et borné l'ensemble donné car, en le fermant, on ne modifie pas le contingent aux points initialement donnés et, en le fractionnant par un régionnement dénombrable de l'espace, la mesure d'un sous-ensemble ne saurait être nulle dans chaque fraction et positive globalement. Dès lors le sous-ensemble en question se trouve être un ensemble de M. Borel, inclus dans un ensemble fermé de mesure d'ordre p finie. Il est donc mesurable à l'ordre p au sens de M. C. Caratheodory et il contient un ensemble parfait dont toute portion est de mesure d'ordre p positive et qui jouit d'un ordonnancement très précis, grâce à l'uniformité des propriétés tangentielles de l'ensemble de départ. Dans la démonstration, il est commode d'employer cette proposition, qui a du reste son intérêt propre :

Théorème. — *Dans tout ensemble cartésien à n dimensions, toujours à une exception près de mesure d'ordre p nulle, en chaque point où le contingent bilatéral se réduit à une variété linéaire à p dimensions, celle-ci est élément tangent approximatif* en ce sens qu'au point considéré, l'épaisseur d'ordre p est égale à un, de la projection sur la variété suivant une direction n'appartenant pas à elle, de la partie de la fermeture de l'ensemble étudié comprise à l'intérieur d'un cône ayant pour sommet le point et enserrant la variété d'aussi près qu'on le veut.

---

[1] Nous savions déjà ce sous-ensemble entièrement inclus dans la limite d'une suite non décroissante d'ensembles fermés de mesure d'ordre p finie d'après l'énoncé du paragraphe I de notre seconde Note citée. Celui-ci suppose implicitement fermé l'ensemble à étudier; mais ce qui importe, c'est la propriété d'inclusion qui est tout à fait générale.

Comme application très particulière, nous précisons le théorème de M. A. Denjoy sur la *dérivée approximative* (1) : en tout point où l'un au moins de ses nombres dérivés extrêmes est fini, une fonction continue l'admet pour dérivée approximative, à une exception près de mesure nulle sur ox, et même de longueur nulle sur la courbe représentative.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Caractérisation métrique de l'espace de Hilbert, des espaces vectoriels et de certains groupes métriques.* Note de M. N. **Aronszajn**, présentée par M. Gaston Julia.

Nous avons établi (2) que les groupes semi-vectoriels, abéliens et quasi-normés peuvent être caractérisés complètement (en tant que groupes métriques) par leurs propriétés métriques. Nous allons donner maintenant une caractérisation métrique effective de diverses classes de groupes en question et en particulier des espaces vectoriels normés et complets (espace de Banach) et de l'espace de Hilbert. A cet effet nous utiliserons les définitions et les notations introduites dans la Note citée.

1. Nous donnerons d'abord quelques proprétés métriques des groupes considérés.

Soit G un groupe abélien, semi-vectoriel et quasi-normé.

(1) *Pour tout couple d'éléments a, b de* G *il existe un centre de quasi-symétrie de* G, *la quasi-symétrie transformant a en b.*

Ce centre est unique et sera désigné par $\mathfrak{m}_1(a, b) = \mathfrak{m}_1(b, a)$.

(2) *Pour tout couple (a, m) de* G *il existe un et un seul point $b = \mathfrak{b}(a, m)$ tel que m soit le centre d'une quasi-symétrie de* G, *transformant a en b.*

(3) *Pour tout a, b, c :* $\overline{\mathfrak{m}_1(a,c), \mathfrak{m}_1(b,c)} = \overline{a, \mathfrak{m}_1(a,b)} = \overline{b, \mathfrak{m}_1(a,b)}.$

On démontre :

Théorème I. — *Les conditions* (1), (2) *et* (3) *sont nécessaires et suffisantes pour qu'un espace métrique abstrait* G *soit l'espace d'un groupe abélien, semi-vectoriel et quasi-normé* (3).

Théorème II. — *Pour qu'un espace métrique* G *forme l'espace d'un groupe abélien, semi-vectoriel et* normé, *il faut et il suffit que* G *satisfasse aux conditions :*

---

(1) A. Denjoy, *Ann. de l'École Norm. sup.*, 3e série, 33, 1916, p. 181, note (1).

(2) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 811.

(3) C'est-à-dire pour qu'on puisse définir pour les éléments de G une addition de manière que G forme un groupe abélien, semi-vectoriel et quasi-normé.

(1') *Pour tout a, b de G il y a un (et un seul) centre* $\mathfrak{m}(a, b)$ *de symétrie du segment* $I(a, b)$, *la symétrie transformant a en b*;

(2') provient de (2) quand on y remplace l'expression « *quasi-symétrie de* G » par « *symétrie de* $I(a, b)$ »;

(3') $\overline{\mathfrak{m}(a,c), \mathfrak{m}(b,c)} = \frac{1}{2}\overline{a,b}$

(la ligne moyenne est égale à la moitié du côté parallèle).

THÉORÈME II'. — *Pour que* G *forme un espace vectoriel normé et complet, il faut et il suffit qu'il soit complet et satisfasse à* (1'), (2') *et* (3').

THÉORÈME III. — *Pour que* G *forme un espace vectoriel parfaitement normé, il faut et il suffit qu'il soit parfaitement convexe et remplisse* (3') [*où* $\mathfrak{m}(x, y)$ *désigne le milieu du segment* $I(x, y)$].

THÉORÈME IV. — *Pour que* G *forme un espace euclidien* [*de dimension finie ou infinie* ([1])], *il faut et il suffit qu'il soit complet, parfaitement convexe, remplisse* (3') *et que la longueur d'une médiane ne dépende que de la longueur des côtés, c'est-à-dire :*

(α') $\overline{c, \mathfrak{m}(a,b)} = \frac{1}{2}\varphi(\overline{c,a},\ \overline{c,b},\ \overline{a,b})$.

La condition (3') peut être remplacée dans ce cas par une condition portant sur la fonction φ, notamment :

(β) *De* $\varphi(\alpha, \beta, \gamma) = \delta$ *résulte* $\alpha = \frac{1}{2}\varphi(\gamma, \delta, 2\beta)$.

Les conditions du théorème IV caractérisent l'espace de Hilbert, si l'on y ajoute encore la dimension infinie et la séparabilité.

2. Dans un espace parfaitement convexe les propriétés (α') et (β) ont pour résultat la propriété suivante :

(γ) *Si pour les deux triangles* (a, b, c) *et* (a', b', c') *on a* $\overline{a,b} = \overline{a',b'}$, $\overline{a,c} = \overline{a',c'}$ *et* $\overline{b,c} = \overline{b',c'}$, *la figure formée par les trois droites* $\mathfrak{L}(a', b')$, $\mathfrak{L}(a', c')$ *et* $\mathfrak{L}(b', c')$ *est applicable isométriquement sur celle formée par* $\mathfrak{L}(a, b)$, $\mathfrak{L}(a, c)$ *et* $\mathfrak{L}(b, c)$ ([2]).

([1]) Un espace euclidien réel de dimension $\mathfrak{n}$ (où $\mathfrak{n}$ est un nombre cardinal de puissance quelconque), au sens restreint, est l'espace de toutes les suites $\{x_\nu\}_{\nu<\alpha}$ avec des x_ν réels et α un nombre ordinal fixe de puissance $\mathfrak{n}$, telles que tous les x_ν, sauf un ensemble au plus dénombrable, sont nuls et que la norme $\|\{x_\nu\}\| = \Sigma x_\nu^2$ soit finie. Pour $\mathfrak{n} = n$ naturel, c'est un espace euclidien n-dimensionnel ordinaire. Pour $\mathfrak{n} = \aleph_0$ c'est un espace de Hilbert réel. Voir H. LÖWIG, *Acta Szeged*, 7, 1934, p. 1. Par extension on appellera espace euclidien de dimension $\mathfrak{n}$ un espace vectoriel normé, isomorphe et isométrique avec un espace euclidien au sens restreint, de dimension $\mathfrak{n}$.

([2]) C'est donc le troisième cas d'égalité de triangles ! Il serait intéressant de savoir si (γ) ne résulte pas de (α') seul.

Il est intéressant de voir quels sont les espaces parfaitement convexes qui admettent la propriété (γ); ils peuvent être appelés pseudo-euclidiens. On trouve qu'un tel espace, s'il est de dimension finie n, forme ou bien un espace euclidien de dimension n, ou bien un espace n-dimensionnel de Lobatchewski. Si cet espace est de dimension infinie et s'il est complet, il est encore ou bien un espace euclidien, ou bien un espace de Lobatchewski d'une certaine dimension infinie.

On appelle ici espace de Lobatchewski (de courbure ρ) un espace métrique parfaitement convexe et complet dans lequel trois points quelconques sont toujours situés sur un sous-ensemble isométrique avec le plan non-euclidien de Lobatchewski (de courbure ρ) [1]. On définit dans un tel espace la perpendicularité de deux droites $\mathcal{L}(a, b)$ et $\mathcal{L}(a, c)$ par l'intermédiaire du plan non-euclidien qui les contient. La dimension d'un espace de Lobatchewski est la puissance maximum d'un système de droites de cet espace, issues d'un même point et perpendiculaires deux à deux.

MÉCANIQUE. — *Sur la variation de l'influence autour d'un point.* Note de M. **Edouard Callandreau**, présentée par M. Henri Villat.

1. On sait qu'une charge verticale mobile dans le plan vertical moyen de symétrie d'une pièce prismatique à ligne moyenne plane, produit en une section déterminée de celle-ci, un effet élastique dont la grandeur, portée à une échelle convenable à l'aplomb de la charge et à partir d'une horizontale de référence, permet de mettre en évidence la ligne d'influence de cet effet. Je recherche ici les lois de variation de cette influence, autour d'un point d'application de la charge, en fonction de l'inclinaison de cette dernière.

2. α, β, désignant les coordonnées rectangulaires d'un point C d'une courbe S du plan de la ligne moyenne de la pièce prismatique, $\eta(\alpha)$ représente l'ordonnée en C de la ligne d'influence, ou plus simplement dit, l'influence en C de l'effet élastique E correspondant à la charge mobile verticale unité, et $\xi(\beta)$ l'influence en C relative à la charge mobile horizontale unité. Alors une charge mobile unité $P = 1$ en C inclinée sur l'horizontale d'un angle λ donne lieu en C à l'influence :

$$(1) \qquad 1\,\eta \sin\lambda + 1\,\xi \cos\lambda.$$

[1] On pourrait définir de manière analogue les espaces euclidiens (en tant qu'espaces métriques), ce qui coïnciderait dans le cas de l'espace de Hilbert avec la caractérisation donnée par MM. Jordan et von Neumann (*Annals of Math.*, 36, 1935, p. 719).

3. Le point C étant regardé comme origine d'un système d'axes ξ, η parallèles à α, β, on peut faire correspondre, et réciproquement, à un point $C(\alpha, \beta)$ de S, un point γ de coordonnées ξ, η, dont la projection γ' sur la direction de P met en évidence le vecteur $C\gamma'$ égal en grandeur, direction et sens à l'influence (1). L'angle $\widehat{C\gamma\gamma'}$ étant droit, on peut énoncer les propositions suivantes :

1° *pour des directions différentes de la charge mobile* P, *le vecteur* $C\gamma'$ *correspondant, pivote autour du point* C; *et son extrémité* γ' *décrit une circonférence dont le diamètre* $C\gamma$ *constitue un invariant pour le point* C;

2° *l'influence relative à la charge* P *autour d'un point* C *est donnée en grandeur, direction et sens par le vecteur* $C\gamma'$ *intercepté sur la ligne d'action de* P *en* C *par la circonférence ayant pour diamètre l'invariant* $C\gamma$;

3° *la somme des carrés des influences suivant deux directions rectangulaires quelconques issues du point* C *est constante et égale au carré de l'invariant* $C\gamma$.

On reconnaît en particulier que l'influence est maxima et égale à $C\gamma$, si la direction de P coïncide avec celle de ce diamètre; elle serait nulle si cette direction lui était perpendiculaire.

4. Les lignes d'influence ξ, η et la ligne S ne sont pas indépendantes entre elles : une relation existe entre les coordonnées et leurs points respectifs. En effet, l'ensemble des forces verticales $1/h \times (-1)$ et $1/h \times (+1)$ agissant respectivement aux points C et C_1, de S, de distance horizontale h, donne lieu pour l'effet élastique E à l'influence

$$\frac{1}{h} \cdot \eta(\alpha+h) - \frac{1}{h}\eta(\alpha) = \frac{\eta(\alpha+h) - \eta(\alpha)}{h}$$

qui pour h infiniment petit permet d'énoncer, que le couple unité $(1/h \times h)$ mobile sur S provoqne en C pour l'effet E l'influence $\eta' = d\eta/d\alpha$. De semblable façon, on peut dire que le couple unité provoque en C pour l'effet E l'influence $\xi' = d\xi/d\beta$. Et l'on en déduit, puisque dans les deux cas l'effet E reste identique à lui-même, comme le moment unité en C :

$$\frac{d\xi}{d\beta} = \frac{d\eta}{d\alpha},$$

d'où par intégration la relation annoncée qui, α' et β' désignant respectivement dans l'équation $S(\alpha, \beta) = 0$ de la ligne S les dérivées de α en β, et de β en α, peut s'écrire sous l'une des formes

$$\xi = \int \beta'\eta'\, d\alpha + k, \qquad \eta = \int \alpha'\xi'\, d\beta + k', \qquad \beta = \int \frac{\xi'}{\eta'}\, d\beta + k''.$$

Elle permet, en particulier, connaissant deux des trois lignes $\xi\eta S$, d'en déduire la troisième.

5. J'ajouterai les deux remarques suivantes :

a. Ces démonstrations ne faisant pas intervenir la section de la pièce, les propositions énoncées valent pour une pièce à ligne moyenne courbe de section, donc de moment d'inertie variable;

b. Un cas particulièrement simple est celui où la ligne S est rectiligne, ce qui conduit à faire $\beta = m\alpha$; d'où, par exemple,

$$\xi = m\eta + k_0;$$

si de plus la constante k_0 d'intégration est nulle, on voit que les diamètres $C\gamma$ relatifs à chaque point C de S sont tous parallèles et normaux à S.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Accélération d'une réaction structurale, dans un acier, par l'effet d'une contrainte mécanique.* Note (¹) de MM. **Pierre Chevenard** et **Xavier Waché**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans le revenu des alliages hors d'équilibre interviennent en général, des réactions d'ordre physicochimique et des réactions d'ordre structural. Les contraintes mécaniques ont le pouvoir d'accélérer les premières, et nous avons récemment décrit l'influence d'une tension alternative sur la vitesse de précipitation du carbure dans une austénite fer-nickel-chrome-carbone hypertrempée (²). Quant aux réactions structurales, telles que la coalescence de la cémentite dans les aciers, l'effet accélérateur des interventions mécaniques, nié par Bailey et Roberts (³), a été constaté par Jenkins et Mellor (⁴) pour une déformation allant jusqu'à la rupture. Nous nous proposons de montrer que cet effet existe, qu'il est même pratiquement important, pour des déformations d'amplitude beaucoup plus faible, de quelques centièmes seulement.

Les expériences ont porté sur un acier chrome-molybdène-vanadium :

(¹) Séance du 28 octobre 1935.

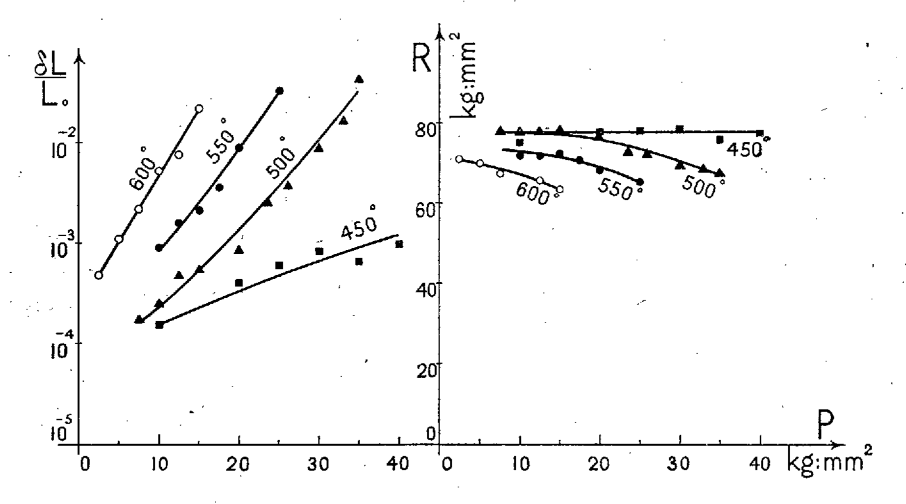
(²) P. Chevenard et X. Waché, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 261.

(³) R.-W. Bailey et A.-M. Roberts, Mémoire présenté à l'*Institution of Mechanical Engineers*, le 19 février 1932 et publié dans *Engineering*, 133, 26 février et 4 mars 1932, p. 262 et 295.

(⁴) C.-H.-M. Jenkins et G.-A. Mellor, Advance Copy, *Iron and Steel Institute*, septembre 1935.

C = 0,1; Cr = 7; Mo = 0,7; Va = 0,3. Après trempe à l'air et revenu d'une heure à 675°, l'acier a été essayé à chaud sous charge et à température constantes : les charges s'échelonnaient de 2,5 à 40 kg/mm², et les températures de 450° à 600°.

Après l'essai à chaud, chacune des éprouvettes a subi un essai de traction usuel à température ordinaire. Puis, dans l'un des tronçons, on a usiné un barreau pour la mesure de la résistivité, de l'aimantation rémanente et du champ cœrcitif à température ordinaire, pour l'examen micrographique,



et pour un essai dilatométrique poussé jusqu'au seuil de la transformation Ac.

La figure représente, pour quatre températures d'essai à chaud, et en fonction de la charge P, l'allongement permanent $\delta L/L_0$ (échelle logarithmique) d'origine visqueuse obtenu au bout de 46 heures, et la ténacité à froid R. Les courbes R montrent que, durant l'essai à chaud, le métal a subi un *adoucissement*, en relation avec l'importance du fluage. Comme ni les essais dilatométriques ni les mesures de résistivité, d'aimantation et de champ coercitif ne révèlent de modification physicochimique appréciable, l'adoucissement observé a donc pour cause principale une modification structurale de l'alliage trempé et revenu, c'est-à-dire une coalescence du carbure; cette modification est à peine sensible à l'examen micrographique.

Ces expériences montrent avec quel soin il faut contrôler la marche des appareils et des machines travaillant à chaud, et construits avec des aciers trempés et revenus.

Utilisé dans l'industrie chimique au-dessous de 500° et sous charge infé-

rieure à 8 kg/mm², conditions dans lesquelles le fluage est insensible, l'acier étudié conserve sa ténacité initiale : une observation poursuivie pendant près d'un an l'a démontré. Mais tout dépassement accidentel de la température ou tout surcroît momentané de la charge, suffisants pour provoquer une déformation permanente appréciable, réduisent définitivement la résistance du métal. Un tel résultat n'était nullement certain *a priori* quant à l'action de la contrainte mécanique.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Influence de divers adjuvants sur la combustion du gas oil dans les moteurs à injection.* Note ([1]) de MM. **Marius Aubert, Pierre Clerget** et **Roger Duchêne**, présentée par M. Aimé Cotton.

M. Clerget ([2]) a rendu compte des essais qu'il poursuit depuis 1901, en vue d'augmenter le rendement thermique des moteurs par l'emploi simultané de divers carburants et nous avons signalé récemment ([3]) les propriétés de l'alcool et de l'aldhéhyde benzoïque, qui, supprimant la détonation, agissent en régularisant la combustion.

Nous avons poursuivi depuis des recherches avec le même appareil ([4]), auquel il a été apporté quelques améliorations en vue de le rendre plus semblable à un moteur réel (système bielle-manivelle et volant); d'autre part, l'enregistrement de pression a été mis au point.

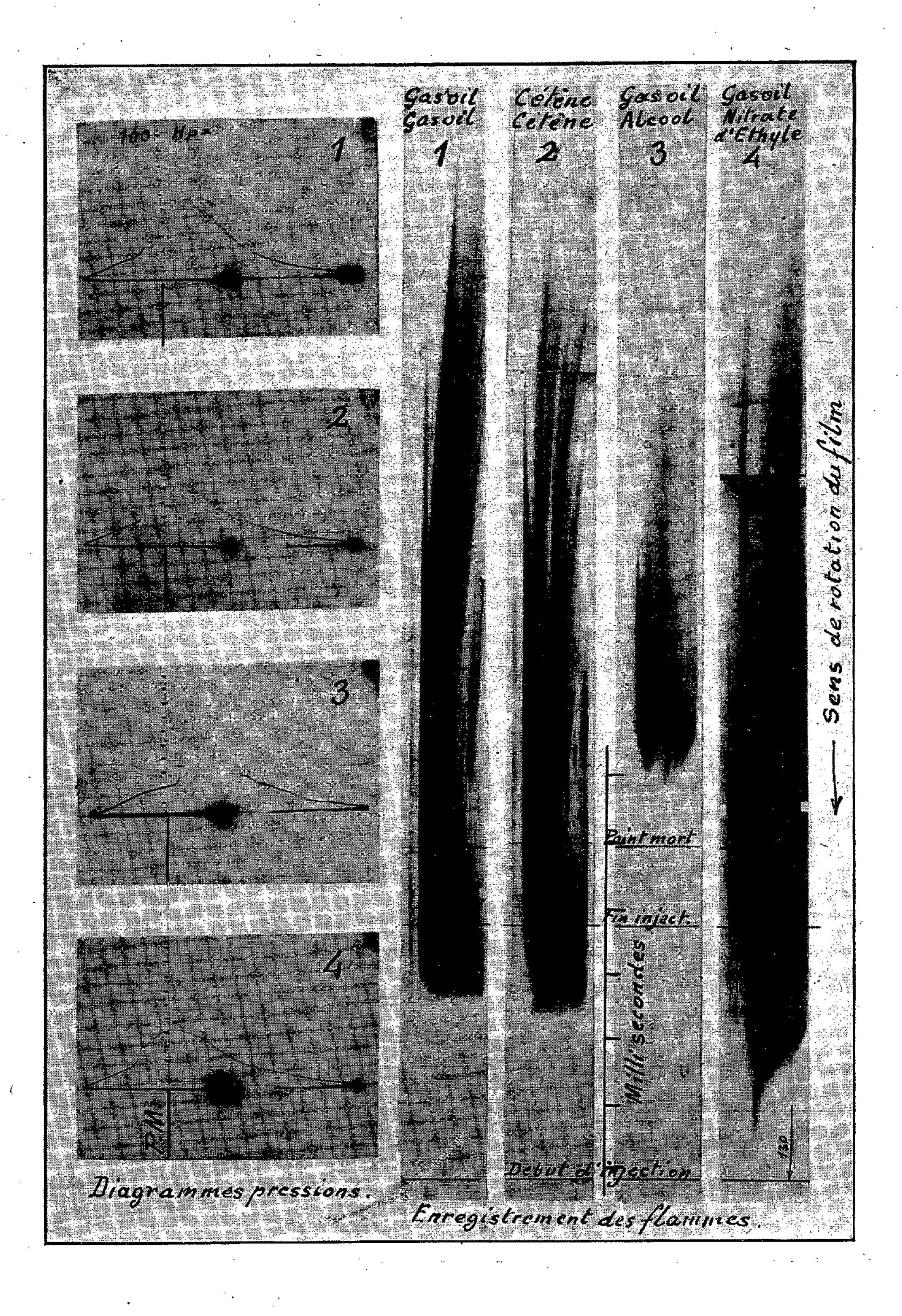
Les conditions expérimentales sont les suivantes : taux de compression, 13; température de la cylindrée, 95°; début et fin d'injection, respectivement 20° et 8° avant le point mort; cylindrée, $1^{l},120$; volume total injecté par les deux injecteurs *en parties égales*, 38^{mm^3}. Le film d'enregistrement parcourt 25^{m} par seconde.

La présente Note expose la double action du nitrate d'éthyle $C^2H^5NO^3$ comme *régularisateur de combustion* (suppression de la détonation) et comme *amorce d'inflammation* (diminution du délai d'inflammation).

Ci-après quatre enregistrements de propagation de la flamme et les diagrammes de pression correspondants. Pour ces derniers, les ordonnées représentent la pression et les abscisses le déplacement du piston, mais, pour plus de netteté, nous avons avancé de 70° les indications des déplace-

---

([1]) Séance du 28 octobre 1935.
([2]) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1645; *Sc. Aérienne*, **2**, 1933, p. 190.
([3]) *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 1577.
([4]) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1633.



160 Hp
1
2
3
4
P.M.
Diagrammes pressions.
Gasoil Gasoil
1
Cétène Cétène
2
Gasoil Alcool
3
Gasoil Nitrate d'Ethyle
4
Sens de rotation du film
Point mort
Fin inject.
Millisecondes
130
Debut d'injection
Enregistrement des flammes.

ments du piston par rapport aux indications de pression correspondantes.

Voici les observations que l'on peut faire sur les enregistrements :

1° *Gasoil dans les deux injecteurs.* — Délai d'allumage : 3 millisecondes. Stries caractéristiques de la détonation. Montée en pression très brutale (le spot se déplace si vite sur le papier du manographe que le trait de montée en pression est à peine visible, il sort des limites de la feuille).

2° *Cétène dans les deux injecteurs.* — Délai : 2,5 millisecondes. Quelques stries. Montée en pression également très brutale.

3° *Gasoil dans un injecteur. Alcool dans l'autre.* — Délai : 6,5 millisecondes. Pas de stries. Montée en pression moins brutale et moins élevée.

4° *Gasoil dans un des injecteurs. Mélange de gasoil et de nitrate d'éthyle à 50 pour 100 dans l'autre.* — Délai inférieur à 1 milliseconde, c'est-à-dire très faible. Pas de stries. Montée en pression progressive. Pression moyenne du même ordre que pour le gasoil et le cétène.

Même résultat si au lieu de la double injection dyssymétrique du 4° on injecte un mélange homogène de gasoil et de nitrate à 25 pour 100 de ce dernier. L'influence du nitrate se manifeste de même pour des proportions moindres de cet adjuvant, elle est encore très efficace au taux de 5 pour 100.

M. Clerget a pu essayer sur un moteur monocylindre, muni d'un double injecteur, l'influence du nitrate d'éthyle. Voici les résultats comparatifs qu'il a obtenus sans rien changer à l'avance :

Gasoil aux deux injecteurs : vitesse 1800 t/m pour une charge déterminée, puissance normale.

Gasoil à l'un des injecteurs. Mélange de gasoil et de nitrate à 50 pour 100 dans l'autre injecteur : vitesse 2500 t/m pour la même charge.

La modification apportée dans l'évolution de la combustion semble donc permettre d'augmenter très sensiblement la puissance d'un moteur donné.

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *Sur les constantes du mouvement des étoiles* F. Note de M. **Henri Camichel**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Je me propose de donner, dans cette Note, les résultats de l'étude que j'ai faite de la variation de la vitesse d'ensemble des étoiles F dans le plan galactique, d'après la méthode indiquée par M. Mineur (1) et déjà employée pour les autres types spectraux (2).

(1) H. Mineur et P. Guintini, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 61.

(2) Ch. Bertaud, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1098; Mlles R. Canavaggia et Fribourg, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1195.

Pour cela le plan galactique a été divisé en carrés de 30 parsecs de côté. Dans chacun d'eux, on a formé la moyenne X et Y des composantes des vitesses stellaires, et celle x et y des coordonnées des étoiles par rapport aux deux premiers axes galactiques.

J'ai fait le calcul pour toute les étoiles dont la parallaxe, le mouvement propre et la vitesse radiale ont été publiés. Après élimination de celles dont la vitesse résiduelle est plus grande que 63 km/sec, il en reste 475 réparties en 26 carrés. Les étoiles éloignées étant trop peu nombreuses pour permettre de calculer des termes en x et y de degré plus élevé que le premier, j'ai représenté X et Y par des fonctions linéaires en x et y

$$X = a_0 + a_1 x + a_2 y,$$
$$Y = b_0 + b_1 x + b_2 y.$$

La méthode des moindres carrés donne, pour valeur des coefficients (x et y en parsecs et X et Y en km/sec) :

$$a_0 = -16,3 \pm 0,7, \qquad 10^2 a_1 = +0,8 \pm 1,7, \qquad 10^2 a_2 = +9,1 \pm 2,0;$$
$$b_0 = -4,6 \pm 0,7, \qquad 10^2 b_1 = -0,3 \pm 1,7, \qquad 10^2 b_2 = -4,1 \pm 1,9.$$

Les valeurs a_0 et b_0 sont conformes aux valeurs ordinairement admises pour les composantes de la vitesse du Soleil.

Les constantes de Oort se calculent facilement d'après les coefficients $a_1\, a_2$ et $b_1\, b_2$. J'ai trouvé

$$l_0 = 346° \pm 4°, \qquad A = +0,050 \pm 0,013, \qquad B = -0,047 \pm 0,013.$$

La valeur obtenue pour l_0 est d'accord avec la valeur généralement admise (330°). Au contraire A et B sont environ trois fois plus grands que leurs valeurs classiques. Il faut rapprocher ce résultat de celui trouvé par MM. Mineur, Varchon, Barbier, Mlles Canavaggia, Chevallier, Roumens [1], lesquels ont obtenu une valeur 3,5 fois plus grande pour le type F en utilisant uniquement des vitesses radiales.

---

[1] *Bull. astronomique*, 6, fasc. VIII, 1930, p. 355.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les conductivités interne et superficielle de l'oxyde cuivreux*. Note [1] de M. **Léon Dubar**, présentée par M. Paul Janet.

J'ai montré [2] que la conductance de conducteurs *linéaires* d'oxyde cuivreux diminuait en présence d'humidité et pouvait être considérée comme une fonction grossièrement réversible de la pression partielle de la vapeur d'eau de l'atmosphère dans laquelle était plongé le conducteur.

Dans un conducteur *linéaire*, il y a superposition d'une conduction *interne* et d'une condition *superficielle*. En désignant par s, la section transversale du conducteur, par p, son périmètre et par l sa longueur, la résistance R est donnée par la formule

$$\frac{1}{R} = \frac{\sigma s}{l} + \frac{\omega p}{l}, \tag{1}$$

où σ désigne la conductivité interne et ω, la conductivité superficielle.

Si nous mesurons maintenant la résistance R', d'une *plaque* d'épaisseur e, prélevée dans le même morceau d'oxyde que l'échantillon linéaire, traversée par le courant normalement à sa surface, grâce à deux électrodes superficielles, dont l'une, de surface S, est entourée d'un *anneau de garde*, cette résistance a pour valeur

$$R' = \frac{e}{\sigma s}. \tag{2}$$

Les résistances sont déterminées au moyen des courants traversant les échantillons sous une différence de potentiel donnée. L'artifice bien connu de l'anneau de garde, maintenu au même potentiel que l'électrode entourée, oblige le courant à traverser la plaque normalement et élimine par suite l'effet de la conductivité superficielle.

Des formules (1) et (2), on déduit aisément σ et ω.

Les échantillons d'oxyde cuivreux étudiés ont été choisis aussi homogènes que possible, formés d'une seule couche de cristaux et recuits longuement dans le vide.

J'ai obtenu des électrodes très adhérentes et très conductrices par évaporation de couches appliquées au pinceau, d'une solution épaisse de graphite colloïdal dans l'eau. De telles électrodes sont utilisées industriellement

---

(1) Séance du 4 novembre 1935.

(2) L. Dubar, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1923.

depuis quelques années pour la mesure des résistances des diélectriques. J'ai constaté, par vérification rigoureuse de la loi d'Ohm, que les contacts ainsi réalisés avec l'oxyde cuivreux, sont dépourvus d'effet de couche d'arrêt, fait déjà signalé d'ailleurs par Dhume et Shottky [1].

La méthode décrite ci-dessus m'a servi à étudier, pour différents échantillons d'oxyde cuivreux, l'influence de l'humidité sur chacune des deux conductivités σ et ω.

Voici les résultats obtenus pour l'un d'entre eux :

Dimensions des conducteurs. — Barre : longueur utile, $1^{cm},8$; largeur, $0^{cm},606$; épaisseur, $0^{cm},115$. Plaque : épaisseur, $0^{cm}0815$; surface utile, $0^{cm^2},44$.

Différence de potentiel appliquée : 15 volts.

Premières mesures faites dans l'atmosphère du laboratoire.

Dernières mesures, après 70 heures de dessiccation, par l'anhydride phosphorique, en vase clos.

Température		17°,5	15°,8
Durée de la dessiccation (heures)		0	70
Courant 10^{-7} ampère : Barre		5,95	26,30
Plaque	Anneau de garde relié à la pile	13,7	13,1
	Anneau de garde isolé	68,2	140,0

Le courant *interne* dans la plaque (anneau de garde relié à la pile) n'a pas changé sous l'effet de la dessiccation, la faible diminution constatée résultant de la variation de température. L'humidité n'agit donc que sur la conductivité *superficielle*. A partir de ces données, j'ai calculé les quantités suivantes :

Conductivité interne : $\sigma = 1,61.10^{-8}$ mho.cm/cm².

Conductivité superficielle après dessiccation : $\omega = 21,7.10^{-8}$ mho.cm/cm.

Courant *interne* dans la barre, calculé : $0,936.10^{-8}$ A.

Courant *superficiel* dans la barre après dessiccation : 262.10^{-8} A (sensiblement égal au courant total).

Pour un autre morceau d'oxyde cuivreux, j'ai trouvé :

$$\sigma = 15,6.10^{-8} \text{ mho.cm/cm}^2, \qquad \omega = 15,2.10^{-8} \text{ mho.cm/cm}.$$

L'oxyde cuivreux possède donc une conductivité superficielle très élevée, qui diminue sous l'influence de la vapeur d'eau adsorbée. Des expériences sont en cours concernant l'action d'autres vapeurs et gaz qui agissent également de façon marquée sur la conductivité.

---

(1) E. Dhume et W. Schottky, *Naturwiss.*, 18, 1930, p. 735.

Il est intéressant de constater que certaines attaques chimiques superficielles, ayant pour effet de former à la surface de l'oxyde cuivreux une mince pellicule d'un sel de cuivre insoluble, peuvent également diminuer très fortement la conductivité superficielle. Cette dernière, pour l'un des échantillons étudiés plus haut, est passée de $21,7.10^{-8}$ mho.cm/cm (surface propre desséchée) à $0,247.10^{-8}$ mho.cm/cm, après attaque légère à l'acide phosphorique dilué, suivie de lavage et de séchage, devenant ainsi 88 fois plus faible.

Je me propose de donner, dans un autre Recueil, une interprétation théorique de ces faits.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur un contrôle électrométrique des réactions de déplacement.* Note (¹) de Mlle **Suzanne Veil**, présentée par M. Georges Urbain.

La considération de la force électromotrice en circuit ouvert des piles voisines des piles de contact et réalisées par confrontation de métaux dans un semi-conducteur d'inertie chimique suffisante tel que la gélatine a conduit à soupçonner, dans toute pile, une intervention essentielle de l'effet Volta (²). Il était intéressant d'étendre l'investigation à des piles engageant au contraire des réactions, afin de fixer la mesure dans laquelle la force électromotrice en circuit ouvert d'une chaîne donnée peut être fonction des phénomènes chimiques dont le système est le siège. Comme il a été déjà remarqué, les phénomènes chimiques interviennent, non seulement par l'énergie qu'ils mettent en œuvre, mais encore par les altérations interfaciales qu'ils provoquent et qui sont l'origine d'effets Volta secondaires.

Les confrontations de métaux ont été reprises présentement en milieu électrolytique aqueux. Le platine est constamment adopté pour l'une des électrodes, en sorte que la réaction du bain sur l'autre électrode devient accessible à un contrôle électrométrique. Les deux électrodes étant préalablement connectées à l'électromètre, l'électrode de platine est immergée la première, et les mesures débutent aussitôt que possible après l'immersion de l'autre électrode.

Dès avant toute attaque, à l'instant précis de la constitution de la chaîne

(¹) Séance du 28 octobre 1935.

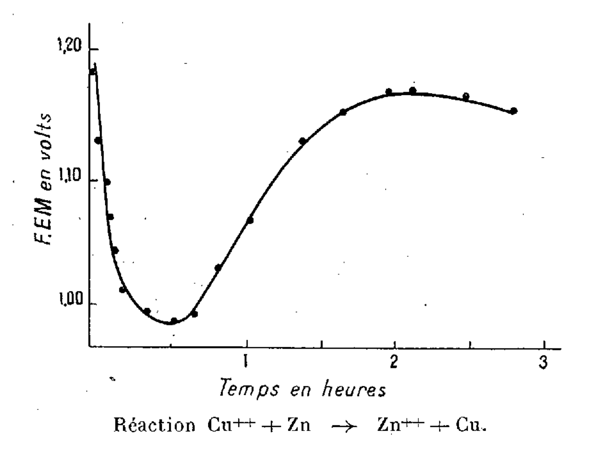
(²) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1318 et 2013, et 201, 1935, p. 551.

par mise en présence des réactifs, on peut présumer que la force électromotrice rigoureusement initiale ne relève que d'un effet Volta. Son estimation nécessite évidemment une extrapolation, quelle que soit la célérité de l'opérateur : par suite, elle reste toujours approximative, d'autant plus que les réactions envisagées empruntent une allure plus rapide.

Les réactions de déplacement, qui entraînent éventuellement des altérations interfaciales très sensibles et interviennent directement ou non dans maintes piles usuelles, ont été abordées par cette méthode. Les observations se sont rapportées à la réaction bien connue du zinc et des sels cuivriques, selon le schème :

$$Cu^{++} + Zn \rightarrow Zn^{++} + Cu.$$

L'opposition des fils de zinc et de platine, correspondant respectivement



Réaction $Cu^{++} + Zn \rightarrow Zn^{++} + Cu$.

aux pôles négatif et positif de la pile, a lieu dans un tube en U soigneusement immobilisé, contenant la solution cuivrique. La première lecture, pratiquée dès l'immersion du fil de zinc, comme il a été indiqué ci-dessus, révèle une force électromotrice dépassant nettement le volt. Les lectures se font ensuite dans le sens d'un abaissement brusque, qui fait présumer supérieure à cette première valeur la force électromotrice rigoureusement initiale de la chaîne (d'origine Volta). Après avoir atteint un minimum, la force électromotrice croît jusqu'à une valeur assez proche en général de la valeur tout d'abord enregistrée. Elle oscille ensuite plus ou moins régulièrement, et sans jamais dépasser notablement cet ordre de grandeur.

Les observations sont cohérentes autant que l'électrode de zinc demeure robuste et qu'à sa surface les cristaux de zinc précipités conservent leur adhérence. En chaque cas, comme le fait prévoir la complexité du méca-

nisme de la précipitation, signalée notamment par Barlot [1], les chiffres trouvés dépendent non seulement de la nature du bain et de sa concentration, mais encore de contingences particulières, telles que la forme des électrodes et leur distance. A titre d'indication, on trouvera, illustrés par la figure, les résultats d'une expérience relative à une confrontation de zinc et de platine dans une solution N/5 de sulfate cuivrique. La première lecture a fourni 1,19 volt, le premier minimum ayant correspondu à 0,98 volt et le maximum suivant à 1,16 volt. La force électromotrice n'a plus donné lieu, au delà d'une durée de trois heures, qu'à des observations irrégulières.

Du contrôle électrométrique de tels phénomènes de déplacement il ressort bien que même dans ce cas de réaction manifeste, les phénomènes chimiques apparaissent comme des facteurs accessoires de la force électromotrice du système, issue primairement d'un effet Volta. La présente décroissance de début de la force électromotrice peut être regardée comme provoquée par un effet Volta secondaire, prenant son origine dans la substitution d'une surface de cuivre à la paroi primitive de zinc, au pôle négatif de la chaîne.

POLARIMÉTRIE. — *Le pouvoir rotatoire du quartz pour les rayons perpendiculaires à l'axe optique et sa dispersion entre* 2537 *et* 5780 *angströms.* Note de MM. **Georges Bruhat** et **Louis Weil**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le rapport ρ/ρ_0 des pouvoirs rotatoires du quartz pour des rayons perpendiculaires et parallèles à l'axe a été déterminé récemment, d'une part par Szivessy et Munster [2], qui ont donné pour les radiations visibles la valeur — 0,45, d'autre part par Bruhat et Grivet [3], qui ont donné pour les radiations ultraviolettes comprises entre 3000 et 4358 Å la valeur — 0,52.

Nous avons d'abord repris les mesures de Bruhat et Grivet avec les mêmes appareils, analyseur photoélectrique et compensateur en mica nu, puis nous les avons étendues aux radiations ultraviolettes de l'arc au mer-

(1) *Thèse de Doctorat*, Paris, 1926; *Ann. de Chim.*, 10e série, 6, 1926, p. 87 et 135.
(2) G. Szivessy et Cl. Munster, *Ann. der Phys.*, 20, 1934, p. 396.
(3) G. Bruhat et P. Grivet, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1034.

cure comprises entre 3021 et 2537 Å en utilisant le compensateur en quartz décrit dans une Note précédente ([1]); nous les avons également complétées par des mesures visuelles faites avec un compensateur en mica pour les deux radiations jaune et verte de l'arc au mercure.

Toutes nos mesures ont été faites par la méthode déjà employée par Bruhat et Grivet, c'est-à-dire par l'analyse des vibrations elliptiques transmises aux azimuts d'égalité par une lame mince de quartz parallèle. Mais les pointés ont été conduits et groupés de façon un peu différente, de manière à mieux mettre en évidence et à éliminer plus sûrement les erreurs accidentelles, telles que les erreurs de position de la lame et du compensateur ou l'erreur d'ellipticité du polariseur. La précision de nos mesures peut-être caractérisée par ce fait que nous avons observé que la vibration que nous fournit notre polariseur n'est pas rigoureusement rectiligne, mais présente une légère ellipticité β_0 voisine de 1 minute que, dans toutes nos séries de mesures, nous avons toujours retrouvée avec des valeurs extrêmes de 0',75 et 1',12.

D'autre part nous avons apporté un soin particulier au choix des lames : parmi celles dont nous disposions, nous n'en avons utilisé que quatre, à faces bien parallèles, ne présentant dans la surface employée que des variations d'épaisseur de l'ordre du quart de micron, et nous avons choisi pour chaque radiation celle des quatre lames qui était la plus voisine d'être demi-onde.

Le tableau suivant donne, pour chaque longueur d'onde, l'ordonnée ε en minutes des points qui représentent sur la sphère de Poincaré les vibrations privilégiées du quartz pour des rayons perpendiculaires à l'axe, la valeur absolue ρ en degrés par millimètre du pouvoir rotatoire correspondant, ainsi que le rapport ρ/ρ_0 de ce pouvoir rotatoire au pouvoir rotatoire suivant l'axe.

λ.	ε.	ρ.	$-\rho/\rho_0$.	λ.	ε.	ρ.	$-\rho/\rho_0$.
254...	35,5	80,5	0,54	334...	26	40,5	0,54
265...	33	72	0,545	366...	24	33,5	0,545
280...	31,5	62	0,54	404...	21,5	26,5	0,54
296...	29	53	0,53	436...	20	23	0,55
302...	28,5	51	0,53	546...	15,5	13,5	0,535
313...	28,5	48,5	0,55	578...	15	12,5	0,55

Pour toutes les radiations les ellipticités ε des vibrations analysées sont

([1]) G. Bruhat et L. Weil, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 719.

déterminées à une demi-minute près. Nous pensons que les erreurs dues aux défauts des lames sont négligeables; cette opinion est confirmée par le fait que les valeurs obtenues pour ε pour les différentes radiations, bien qu'elles soient fournies par des lames différentes, se disposent sur une courbe régulière; comme les défauts des lames ne peuvent avoir pour effet que de diminuer les valeurs de ρ/ρ_0, elle est également confirmée par le fait que nous trouvons pour ce rapport des valeurs supérieures à celles des auteurs précédents. Nous avons donc sur ρ la même précision que sur ε, c'est-à-dire que l'erreur relative sur ρ et ρ/ρ_0 va de 1,5 pour 100 dans l'ultraviolet lointain à 3 pour 100 dans le visible. La valeur moyenne du rapport ρ/ρ_0 est $-$ 0,54, l'écart moyen des valeurs trouvées pour les différentes raies à cette valeur moyenne étant de 0,5 pour 100 : *dans tout l'intervalle spectral étudié la dispersion rotatoire du quartz est la même pour les rayons perpendiculaires et parallèles à l'axe.*

PHYSIQUE. — *La diffusion des rayons X varie de façon discontinue avec l'angle de diffusion.* Note de M. **Jean Laval**, présentée par M. Aimé Cotton.

J'ai étudié la diffusion des rayons X par les corps simples cristallisés, en perfectionnant la technique sur les points suivants :

1° j'ai utilisé des faisceaux incidents monochromatiques (obtenus par réflexion du rayonnement propre d'un tube à rayons X sur un cristal de sel gemme ou de gypse);

2° j'ai comparé directement, avec une chambre d'ionisation, les intensités des faisceaux diffusés à celles du faisceau incident. J'ai adjoint à la chambre un dispositif électrométrique qui permet d'apprécier jusqu'à la cent-millionième partie de l'intensité du faisceau incident.

Je n'ai étudié les faisceaux diffusés qu'en dehors des domaines angulaires où se produisent, suivant la loi de Bragg, les réflexions sélectives. Presque toutes mes mesures ont été faites pour des angles de diffusion inférieurs à l'angle qui est formé par le faisceau incident et la direction du premier faisceau réfléchi. Je n'ai pas déterminé, dans les intensités des faisceaux diffusés, les parts qui reviennent au rayonnement cohérent et au rayonnement incohérent (Compton). Mais j'ai vérifié par des mesures d'absorption que ces faisceaux ne contiennent pas de rayonnement parasite. Grâce à ces précautions j'ai obtenu un résultat inattendu :

Le pouvoir diffusant est une fonction discontinue de l'angle de diffusion. Je définis le pouvoir diffusant A comme il suit : Un élément d'un corps cristallisé de masse dm est plongé dans un faisceau parallèle, de section droite s, de densité constante, d'intensité I; cet élément a des dimensions suffisamment petites pour que l'absorption soit négligeable; il diffuse une intensité di dans un angle solide $d\omega$ et dans une direction qui fait avec les rayons incidents un angle égal à φ : $A = s\,di/I.dm.d\omega$. J'ai tracé les courbes qui représentent, pour chaque fréquence ν du faisceau incident, la variation de A avec $\sin\varphi/2$. Ces courbes (dites de diffusion) sont discontinues. J'appellerai leurs discontinuités des arêtes de diffusion. Entre deux arêtes le pouvoir diffusant croît avec $\sin\varphi/2$; il diminue brusquement au passage par une arête. Ainsi la courbe de diffusion de l'aluminium pour la fréquence $1,955 \times 10^{18}$ (raie Kα du Cu) présente entre 8° et 35° six arêtes aux abscisses suivantes :

0,085; 0,110; 0,130; 0,178; 0,236; 0,282.

Pour l'arête d'abscisse 0,110, la diminution du pouvoir diffusant est d'environ 40 pour 100.

Les abscisses des arêtes obéissent à deux lois :

Première loi. — *Les abscisses des arêtes d'un même corps sont proportionnelles aux longueurs d'onde des rayons incidents.* A chaque arête correspond un produit $\nu \sin\varphi/2$ invariable que j'appellerai son abscisse absolue [1].

J'ai étudié ce phénomène sur des poudres cristallines d'aluminium, de chrome, de nickel, de zinc, de molybdène, d'argent, de platine, d'or et sur un cristal d'antimoine. Les courbes de diffusion de tous ces corps ont la même allure. Sur toutes on distingue une sorte de triplet formé par trois arêtes très rapprochées dont les abscisses sont entre elles dans des rapports sensiblement égaux pour toutes les courbes. J'appellerai homologues les arêtes qui sont dans la même position par rapport à ce triplet.

Deuxième loi. — *Les abscisses absolues des arêtes homologues sont une*

---

[1] Admettons que la diffusion se fasse sans changement de fréquence. Soit c' la vitesse du photon immédiatement avant sa rencontre avec l'électron diffusant. Considérons le choc comme élastique. Au cours de celui-ci la quantité de mouvement échangée est égale à $(2h\nu \sin\varphi/2)/c'$. Si c' peut être confondue avec la vitesse c dans le vide, cette quantité de mouvement est constante pour une même arête.

fonction linéaire du nombre atomique N *du corps simple*

$$\nu \sin \frac{\varphi}{2} = \alpha N + \beta\,;$$

α et β sont deux constantes (positives dans tous les cas étudiés). Ainsi, pour l'arête du nickel d'abscisse absolue $4,36 \times 10^{17}$ et les arêtes homologues, $\alpha = 1,47 \times 10^{16}$, $\beta = 2,32 \times 10^{16}$. Le tableau qui suit met en parallèle les valeurs des abscisses absolues calculées d'après la formule précédente avec les valeurs mesurées :

Éléments	Al.	Cr.	Ni.	Zn.	Ag.	Sb.	Pt.	Au.
Nombres atomiques...	13	24	28	30	47	51	78	79
Abscisses calculées...	2,14	3,76	4,35	4,64	7,14	7,72	11,66	11,81
Abscisses mesurées...	2,16	3,70	4,36	4,70	$7,0_3$	7,71	11,70	11,90

Cette relation avec le nombre atomique établit que les propriétés décrites ici appartiennent à l'atome et ne sont pas la conséquence du fait qu'il est inclus dans un cristal. Elles paraissent indépendantes de la combinaison où l'atome est engagé. La courbe de diffusion du sel gemme présente les arêtes que prévoit la loi des nombres atomiques appliquée au chlore et au sodium.

Le tableau suivant donne, multipliées par 10^{-17}, les abscisses absolues ($\nu \sin \varphi 2$) que j'ai déterminées jusqu'ici. J'ai mis dans une même colonne celles qui se rapportent à des arêtes homologues. Les valeurs entre parenthèses n'ont pas été l'objet de déterminations précises.

Éléments											
Al....	–	–	(1,7)	2,16	2,46	3,47	4,61	5,51	8,34	8,90	9,78
Cr.....	–	–	–	(3,7)	–	6,37	–	–	–	–	–
Ni.....	–	–	(3,5)	(4,36)	$5,0_0$	–	9,60	–	–	–	–
In.....	–	–	–	4,70	(5,4)	–	–	–	–	–	–
Mo....	–	–	(5,1)	–	–	11,1	$(14,_7)$	–	–	–	–
Ag....	(2,2)	(3,8)	(5,5)	$(7,0_3)$	(8,2)	(11,9)	$(16,_0)$	$(18,_5)$	–	–	–
Sb....	–	–	–	7,71	(9,1)	–	$(17,_4)$	(20)	–	–	–
Pt.....	(3,5)	–	–	11,7	–	–	–	–	–	–	–
Au....	3,61	–	–	(11,9)	–	–	–	–	–	–	–

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la prospection radiométrique d'une coulée de rhyolite.* Note (1) de M. **Edmond Rothé** et Mme **A. Hée**.

Une publication antérieure a montré que parmi les roches d'Alsace certaines coulées de rhyolites sont radioactives (2). Telle est celle du massif du champ du feu, près du col de Welschbruch. Elle émet des radiations très pénétrantes que l'on peut mettre aisément en évidence au moyen de l'appareil Kohlhörster, à parois d'acier épais, au cours même d'une leçon et dans une expérience de démonstration. Tandis qu'à Strasbourg la radiation pénétrante totale se manifestait par une dizaine d'ions ($10^{i},3$ cm³/s le 10 janvier), et ne variait pas de plus d'un ion au cours d'une série de jours d'observation, il suffisait d'entourer l'instrument de trois petits blocs de cette substance pour voir le nombre d'ions monter à $13^{i},5$. Cette variation importante nous a engagés à exécuter des mesures dans la carrière elle-même.

Le 25 juillet des mesures de comparaison répétées devant le chalet de Welschbruch sur le sentier de Sainte-Odile longeant la grande route ont fourni des chiffres variant de $9^{i},7$ à $10^{i},4$. Un peu plus haut, sur le chemin de Kagenfels, on constatait encore 10^{i} en moyenne. L'appareil fut ensuite transporté dans le fond de la carrière et placé sur le sol même. L'ionisation a monté à $18^{i},3$. Nous avons entouré ensuite la partie supérieure de la chambre d'ionisation cylindrique de blocs pris dans le voisinage et obtenu $21^{i},6$. Ces variations du simple au double ont paru suffisamment probantes pour qu'on puisse fonder sur la radiation pénétrante venant du sol une méthode de prospection radiométrique de ces minéraux, comme M. Bogoïavlensky l'a fait en Russie pour des substances plus actives (3).

Le 4 octobre une cavité a été creusée dans la paroi latérale de la carrière seule actuellement accessible. La roche y est fortement décomposée. On a trouvé 16^{i}.

Au sommet de l'exploitation, sur le sentier touristique de la forêt, en un point que nous désignerons comme station fondamentale de repère on obtint 15,1. Quand on s'éloigne sur la droite par rapport à l'axe de la

(1) Séance du 28 octobre 1935.

(2) E. Rothé et F. Stoeckel, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1330.

(3) Bogoïavlensky, *Bull. Inst. Géoph. appl.* Leningrad, 1, 1925, p. 57; 3, 1927, p. 87 et 113.

masse, on trouve à 35^m, $10^l,7$ et beaucoup plus loin $8^l,25$. Le 18 octobre fut exécuté un autre profil dans l'axe même de la coulée : la station repère a donné $14^l,6$. La différence par rapport au chiffre 15,1 est de l'ordre des erreurs possibles de lecture et des variations dues aux conditions météorologiques (température, pression, humidité, vent). 24^m plus loin et à plus grande altitude l'effet tombe à $10^l,5$. Un profil à gauche a donné : à 10^m du bord, $13^l,6$; à 18^m $11^l,95$. Ces résultats montrent nettement la possibilité de tracer des *isorades* autour de filons même faiblement radioactifs; car cette rhyolite, si elle se distingue des autres roches vosgiennes, ne saurait toutefois constituer un minerai de corps radioactifs. La coulée dont il s'agit est d'ailleurs de faible épaisseur et paraît bien délimitée.

A titre de vérification j'indiquerai que dans la station magnétique de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, sise au Welschbruch, nous avons obtenu, le 4 octobre, $7^l,7$ et le 18, $8^l,3$; à Strasbourg le 3 octobre, $10^l,6$; le 18 $10^l,9$.

Ces nombres, qui vérifient la constance de l'instrument, sont suffisament concordants, au degré de précision des expériences pour qu'on puisse avoir confiance dans les résultats obtenus sur les isorades de la carrière et affirmer qu'il est possible par cette méthode de délimiter les contours d'affleurement de telles coulées volcaniques localisées.

CHIMIE MINÉRALE. — *L'hydrolyse des solutions de sulfate cuivrique.*

Note de M. **Osias Binder**, présentée par M. Georges Urbain.

Les solutions aqueuses de sulfate cuivrique sont acides, et l'on sait que le chauffage y provoque la formation d'un sulfate basique.

D'après des travaux antérieurs [1], le composé formé dans ces conditions serait d'autant plus basique que la solution initiale est plus concentrée. Fowles [2], qui a particulièrement étudié la question, assure que l'ébullition d'une solution aqueuse de sulfate cuivrique donne naissance au sulfate basique suivant : $5SO^3.14CuO.11H^2O$, puis à un deuxième sulfate : $SO^3.3CuO.2H^2O$. Lorsqu'on fait bouillir une solution saturée de sulfate cuivrique, on obtient d'après Fowles un troisième sulfate : $2SO^3.3CuO.5H^2O$.

(1) D. Tommassi et E. Pegna, *Mondes*, 2, 1882, p. 562; D. Tommassi, *Elektrochemie*, 11, 1904, p. 56.

(2) *J. Chem. Soc., London*, 1926, p. 1845.

Lors d'une étude entreprise avec M. Pierre Urbain sur la microélectrolyse du cuivre, nous avons eu l'occasion de remarquer que par vieillissement les solutions très diluées de sulfate cuivrique laissent déposer un sel vert, qui se forme même à la température ordinaire. En poursuivant l'étude des sels basiques du cuivre, j'ai été conduit à étudier l'hydrolyse des solutions de sulfate cuivrique. Ce phénomène étant extrêmement lent à la température ordinaire, j'ai augmenté la vitesse d'hydrolyse par ébullition : on constate alors qu'une phase solide précipite.

Des solutions aqueuses de sulfate cuivrique à des concentrations très variées, placées dans des ballons munis de réfrigérants à reflux, ont été portées à l'ébullition pendant des temps égaux (1 heure), l'acidité a été déterminée à l'électrode de verre avant et après l'ébullition. L'individualité des poudres microcristallines obtenues a été vérifiée par l'examen de leurs spectres de diffraction de rayons X; d'autre part leur composition a été établie indirectement par la méthode des restes.

Une deuxième série de solutions aqueuses de sulfate cuivrique a été traitée de la même façon; toutefois, la concentration était la même dans tous les ballons et la seule variable était la durée de l'ébullition (de 15 minutes à 12 heures.)

Les résultats de ces expériences permettent de conclure à la lenteur de l'hydrolyse des solutions de sulfate cuivrique; le phénomène lui-même est d'autant plus important que les solutions initiales sont plus diluées, et que l'ébullition est plus prolongée. La différence entre l'acidité initiale et l'acidité finale est d'autant plus grande que la solution est plus concentrée : dans tous les cas elle est supérieure à une unité de pH.

Les phases solides obtenues sont : $SO^3.4CuO.4H^2O$ en solution diluée ($C_{SO^4Cu} \leqq 0,06$ mol.-gr. par litre) et $SO^3.3CuO.2H^2O$ au-dessus de cette concentration et jusque dans les solutions saturées inclusivement. Ces sels sont insolubles et possèdent des spectres de diffraction de rayons X caractéristiques, ce qui permet de les distinguer; le spectre X du sel $SO^3.4CuO.4H^2O$ a déjà été décrit par nous [1].

Enfin l'existence de deux sels basiques décrits par Fowles

$$5SO^3.14CuO.11H^2O \quad \text{et} \quad SO^3.3CuO.5H^2O,$$

mise déjà en doute par Britton [2], n'a pu être constatée.

---

[1] O. Binder, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 653 et 2167.

[2] *J. Chem. Soc. London*, 1926, p. 2868.

EFFET RAMAN ET CHIMIE. — *Relation entre le spectre d'absorption ultraviolet et le spectre Raman de la pyridine.* Note de MM. **Victor Henri** et **Pierre Angenot**, présentée par M. Georges Urbain.

Depuis que nous avons indiqué les premiers résultats relatifs à l'analyse du spectre d'absorption ultraviolet de la vapeur de pyridine [1], nous avons fait un grand nombre d'expériences, en étudiant l'influence de la température sur la structure de ce spectre.

Lorsqu'on emprisonne une certaine quantité de vapeur de pyridine dans un tube de quartz de 30 ou 40^{cm} de long, que l'on scelle et que l'on photographie le spectre d'absorption à des températures croissantes jusqu'à 281°, on trouve que le spectre s'allonge de plus en plus vers le rouge. De nouvelles bandes très fines apparaissent et, de plus, les intensités, mesurées au microphotomètre, des différentes bandes observées à la température ordinaire changent avec la température, d'une façon différente suivant les bandes. Quelques-unes deviennent très fortes, tandis que d'autres ne varient que faiblement.

Lorsque l'on étudie la modification du spectre d'absorption de la vapeur, dont on fait varier la pression en introduisant des quantités de plus en plus grandes de pyridine, ce qui oblige d'élever la température jusqu'à environ 121°, la pression de la vapeur atteignant à cette température 910^{mm}, on observe également de nouvelles bandes du côté visible, mais tout de même à la température de 121°, sous une pression aussi élevée, on n'arrive pas à obtenir les bandes extrêmes, entre 3070 et 3105 Å, que l'on obtient à 281° à la pression de seulement 58^{mm}.

Ce résultat permet de reconnaître, dans le spectre d'absorption, les niveaux de vibration qui appartiennent à la molécule non activée électroniquement.

L'analyse de l'ensemble du spectre faite ainsi a permis de mesurer plus de 300 bandes très fines de la vapeur de pyridine et a montré l'existence dans le niveau inférieur de la molécule de cinq fréquences fondamentales qui sont égales à 600, 857, 993, 1031 et 1159 cm^{-1}.

Ces fréquences correspondent à des vibrations fondamentales observées dans le spectre Raman de la pyridine qui sont du reste tout à fait compa-

---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1032.

rables à des fréquences fondamentales du benzène. On trouve en effet les nombres suivants :

Pyridine, spectre ultraviolet........	600	857	993	1031	1159
Pyridine, spectre Raman...........	606	884	990	1029	1155
Benzène, spectre Raman...........	607	850	992	1034	1176

L'analyse des modes de vibration qui correspondent à ces fréquences pour le benzène a été faite par Kohlrausch, qui a montré que la fréquence 606 correspond au mouvement d'allongement et d'aplatissement de l'hexagone de benzène.

884 correspond au mouvement de vibration du groupe CH.

992 est une pulsation symétrique de l'anneau de benzène.

1034 est un mouvement dans lequel les carbones 1, 3, 5 se déplacent vers le centre.

1176 est une vibration du groupe CH.

Dans le cas de la pyridine, les mêmes modes de vibration se reproduisent, les fréquences étant très voisines, puisque le poids atomique de l'azote 14 diffère très peu du poids 13 de CH.

Pour la molécule activée électroniquement, nous trouvons une seule fréquence égale à 542 cm^{-1}.

On peut ainsi décomposer le spectre tout entier de la vapeur de pyridine en cinq séries que nous désignons arbitrairement par les lettres *b*, *a*, A, *c* et B. Les nombres d'ondes des différentes bandes de cette série peuvent être représentées par les formules suivantes :

Série *b*..........	$= 35.762$	$+ 542.v' - 600.v''$
Série *a*..........	$= 35.762 - 857$	$+ 542.v' - 600.v''$
Série A..........	$= 35.762 - 993$	$+ 542.v' - 600.v''$
Série *c*..........	$= 35.762 - 1155$	$+ 542.v' - 600.v''$
Série B..........	$= 35.762 - 993 - 1031$	$+ 542.v' - 600.v''$

$$v' = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7; \quad v'' = 1, 0, 2, 3, 4, 5, 6.$$

Les bandes qui correspondent à $v' = 5$, 6 et 7 sont diffuses ou accusent une prédissociation de la molécule. L'étude de l'action photochimique des rayons ultraviolets sur la vapeur de pyridine montre que ce sont les rayons de la région de prédissociation $\lambda < 2750$ qui agissent sur la pyridine, tandis que les rayons de longueur d'onde plus grande sont sans action.

EFFET RAMAN ET CHIMIE ORGANIQUE. — *Application de l'effet Raman à l'étude de l'isomérie* cis-trans *des méthylcyclohexanols*. Note de M. **Jean Tabuteau**, présentée par M. Robert Lespieau.

Les méthodes actuellement connues pour la caractérisation des isomères *cis* et *trans* dans le cas des alcools cyclaniques sont longues et difficiles à appliquer.

Les travaux de Dupont (1), Bonichon (2), Dupont et Zacharewicz (3) ont montré que, dans le cas du bornéol et de l'isobornéol, du pulégol et de l'isopulégol, du myrtanol *cis* et du myrtanol *trans*, la comparaison de l'effet Raman de ces corps et de leurs dérivés permettait de préciser leur nature.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant de chercher, grâce à une étude systématique des alcools cyclaniques et de leurs dérivés, jusqu'à quel point il est possible de généraliser les résultats obtenus par les auteurs précédents.

Nos premières recherches ont été faites sur les alcools les plus simples : les méthylcyclohexanols ortho, méta, para. Les diverses formes *cis* et *trans* ont été obtenues par hydrogénation des cétones correspondantes, soit par le platine en milieu acide, soit par l'alcool et le sodium. Ces alcools ont été purifiés par l'obtention d'un dérivé cristallisé.

Nous avons constaté que les spectres Raman des deux isomères *cis* et *trans* sont différents et que les variations sont les plus grandes pour les fréquences comprises entre 300 et 900 cm^{-1}. Nous avons aussi remarqué que les spectres de l'alcool *cis* et de son acétate possèdent un certain nombre de raies communes. Dans le cas de l'isomérie *trans*, les spectres de l'alcool et de son acétate sont différents et le pourcentage de raies communes est beaucoup plus faible. Voici les résultats obtenus dans le cas des méthylcyclohexanols :

	Ortho		Méta		Para	
	cis.	*trans.*	*cis.*	*trans.*	*cis.*	*trans.*
Nombre de raies de l'acétate communes avec l'alcool (en pour100)	50	42	61	43	62	46
Nombre de raies de l'alcool communes avec l'acétate (en pour 100)	62	42	58	54	62	58

(1) *Revue de Chimie Industrielle*, 43, 1934, p. 90.
(2) *Thèse*, Bordeaux, 1933.
(3) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 365.

Appelons Δ la différence entre le nombre des raies de l'alcool *cis* communes avec l'acétate *cis* et le nombre de raies de l'alcool *trans* communes avec l'acétate *trans*, nous voyons que cette différence va en diminuant lorsque nous passons des dérivés ortho aux dérivés para. Autrement dit, la caractérisation des formes *cis* et *trans* par cette méthode est moins nette dans le cas de l'alcool para que dans le cas de l'alcool ortho.

Nous avions pensé que le bromure de l'alcool, par suite du remplacement du radical oxhydrile par le brome plus lourd que le radical acétyl, modifierait le spectre de l'alcool *trans* plus que celui de l'alcool *cis*. Malheureusement la présence, dans la réaction, de l'acide bromhydrique nous donne, aussi bien avec l'alcool *cis* qu'avec l'alcool *trans*, un mélange des deux bromures isomères.

Nous remarquons aussi que, dans le cas des méthylcyclohexanols, la distinction entre les isomères *cis* et *trans* est moins nette que pour les alcools étudiés par les auteurs précédemment indiqués. Ceci s'explique par le fait que le radical CH^3 fixé sur le noyau est moins lourd que l'ensemble des radicaux fixés sur le noyau pour les bornéols et les myrtanols.

Nous préparons actuellement des alcools ayant un radical substitué plus lourd en vue d'en faire l'étude.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'influence d'un élément ou d'un groupement négatif sur les mobilités relatives des radicaux alcoyles dans leurs chloroformiates.* Note de MM. **Pierre Carré** et **Henri Passedouet**, présentée par M. Georges Urbain.

Il a déjà été montré (¹) que la présence d'un élément ou d'un groupement négatif dans le radical alcoyle d'un chlorosulfite diminue la mobilité de ce radical.

Nous nous sommes proposé de voir s'il en serait de même dans le cas des chloroformiates d'alcoyle.

A cet effet nous avons déterminé, par la méthode précédemment indiquée (²), les températures de décomposition, en présence de quinoléine, d'un certain nombre de chloroformiates d'alcoyles, ROCOCl, substitués

(¹) P. Carré, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1806; P. Carré et Pasche, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 939.

(²) P. Carré et H. Passedouet, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1767.

dans le radical R, par Cl ou par C^6H^5, comparativement avec les températures de décomposition des chloroformiates d'alcoyle non substitués correspondants.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant :

Nature du radical.	Température de décomposition.
Méthyle CH^3—	36°
Benzyle C^6H^5—CH^2—	2 à 3
Éthyle CH^3—CH^2—	59
α-Chloréthyle CH^2Cl—CH^2—	41 à 42
Phényléthyle C^6H^5—CH^2—CH^2—	43
n-Propyle CH^3—CH^2—CH^2—	66
β-Chloropropyle CH^2Cl—CH^2—CH^2—	35
Phénylpropyle C^6H^5—CH^2—CH^2—CH^2—	41
Isopropyle $(CH^3)^2CH$—	62
Chloroisopropyle $\begin{matrix}CH^2Cl\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH$—	51
Allyle CH^2=CH—CH^2—	37
Cynnamyle C^6H^5—CH=CH—CH^2—	55

Si l'on admet, comme précédemment, que l'aptitude migratrice du radical sur le chlore est d'autant plus grande que la température de décomposition du chloroformiate est plus basse, on voit que la présence d'un halogène ou d'un groupe phényle dans le radical alcoyle augmente la mobilité de ce radical.

L'influence d'un élément ou d'un groupement négatif sur la mobilité des radicaux alcoyles dans leurs chloroformiates est donc inverse de ce qu'elle est dans leurs chlorosulfites. C'est là un fait assez inattendu pour lequel nous n'avons pas encore trouvé d'explication satisfaisante.

D'autre part, si nous comparons les radicaux *n*-propyle et allyle dans leurs chloroformiates, nous trouvons que la présence de la double liaison agit dans le même sens que dans le cas des chlorosulfites, c'est-à-dire augmente la mobilité. Mais le chloroformiate de cinnamyle nous donne aussi un résultat inattendu en ce sens que sa température de décomposition, tout en étant inférieure à celle du chloroformiate de *n*-propyle, est supérieure à celles des chloroformiates d'allyle et de phénylpropyle; non seulement les influences du groupe phényle et de la double liaison ne s'ajoutent pas, mais leur présence simultanée exerce une action moindre que la présence isolée de chacun d'eux.

Les résultats obtenus avec les chlorosulfites nous avaient conduits à penser [1] que la diminution de mobilité qui résulte de l'introduction d'un élément ou d'un groupement négatif dans le radical alcoyle d'un chlorosulfite pouvait s'expliquer en admettant que la présence du chlore négatif dans un radical positif devait diminuer le caractère électropositif de ce radical et par suite réduire son aptitude migratrice sur le chlore négatif. L'étude correspondante des chloroformiates qui nous a donné des résultats inverses de ceux fournis par les chlorosulfites nous oblige à renoncer à cette interprétation, et nous montre que les phénomènes doivent être plus complexes.

Ces faits, ainsi que ceux constatés dans les études précédentes, montrent aussi qu'il est bien difficile, sinon impossible, de classer les radicaux d'après une étude chimique de leurs composés, car le comportement de ces radicaux dépend toujours plus ou moins du reste auquel ils sont fixés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nitration de l'α-éthyl-naphtalène.* Note de M. **Georges Lévy**, présentée par M. Marcel Delépine.

Comme je l'avais déjà fait pour le β-éthyl-naphtalène [2], j'ai entrepris l'étude des dérivés mononitrés de l'α-éthyl-naphtalène obtenus par nitration directe de ce carbure.

Étant donné que, dans la nitration du naphtalène, le groupe NO^2 se place exclusivement en α, il y a lieu de prévoir la formation possible de trois isomères.

Après de nombreux essais, j'ai employé, pour faire cette nitration, le même mode opératoire que pour le β-éthyl-naphtalène [1] (nitration par de l'acide nitrique à 100 pour 100 du carbure dilué dans l'acide acétique cristallisable).

J'ai obtenu, en quantité théorique, une huile qui est un mélange d'isomères, dont aucun moyen ne m'a permis d'isoler un dérivé cristallisé.

Devant ce résultat, j'ai essayé de déterminer la constitution de l'isomère prépondérant ou, ce qui revient au même, celle du dérivé aminé correspondant. Ce dernier peut, en effet, être séparé du produit de réduction du

---

(1) *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 53, 1933, p. 1081.
(2) Georges Lévy, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 801.

mélange nitré par cristallisation fractionnée du mélange des chlorhydrates, puis des dérivés acétylés des amines libérées.

J'ai réduit l'ensemble des isomères nitrés par l'acide acétique à 50 pour 100 et le fer, comme je l'avais fait pour le β-éthyl-naphtalène [1]. J'ai transformé le mélange des amines obtenues en leurs chlorhydrates dont une partie moins soluble précipite. Ce précipité est essoré et traité à la vapeur d'eau pour entraîner le dérivé nitré qui a pu n'être pas réduit. On y ajoute un excès de soude et l'on entraîne la base à la vapeur. On l'obtient avec un rendement qui correspond à 40 pour 100 du total. Le reste correspond à la fraction des chlorhydrates solubles dans l'acide chlorhydrique.

Le dérivé acétylé de l'amine entraînée a été cristallisé dans l'acide acétique, après la deuxième cristallisation, son point de fusion ne s'élève plus et se fixe à 148°,5 (corrigé). Pour établir la constitution de l'amine correspondant à ce dérivé acétylé, je l'ai transformée en naphtol.

L'amine pure a été récupérée de son dérivé acétylé par chauffage de ce dernier à 140° en tube scellé avec trois fois la quantité théorique de HCl concentré, puis, par traitement du chlorhydrate presque insoluble ainsi formé par la soude et entraînement à la vapeur.

L'amine a été transformée en son sulfate; un essai de passage au naphtol par diazotation n'a donné qu'une huile incristallisable. Par contre, j'ai obtenu un excellent résultat en chauffant le sulfate en tube scellé à 200° pendant 7 heures avec 4 fois son poids d'acide sulfurique à 1 pour 100. Le naphtol est obtenu directement cristallisé. Après recristallisation dans l'alcool il fond à 42°; son picrate, rouge, fond à 152°,5 (corrigé).

Je l'ai comparé au naphtol que j'avais préparé par un tout autre procédé [2] et qui ne laisse aucun doute sur sa constitution représentée par la formule (I)

C^2H^5 C^2H^5

OH NH^2

(I).   (II).

Par les points de fusion des mélanges, tant des naphtols que de leurs picrates, ces deux éthyl-napthols se sont révélés identiques.

L'amine décrite, qui correspond à l'isomère qui se forme en majorité

---

(1) GEORGES LÉVY, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 773.

dans la nitration de l'α-éthyl-naphtalène, possède donc la formule (II). Ce carbure se nitre par suite surtout en position (1.4). Je tenterai dans des recherches ultérieures l'étude des autres isomères.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des acides* 1-*naphtyl*-β-*propionique*, 2-*naphtyl*-β-*propionique et* 2-*tétrohydronaphtyl*-β-*propionique. Synthèse de la dihydrophénalone et de la tétrahydrobenzo*-5.6-*indanone*-1. Note de MM. **Georges Darzens** et **André Lévy**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons donné la préparation des esters 1-naphtylméthylmalonique et 2-tétrahydronaphtylméthylmalonique ([1]). Ces deux esters nous ont permis d'accéder facilement, par saponification puis décomposition pyrogénée vers 175-195°, aux acides 1-naphtyl-β-propionique (I), 2-tétrahydronaphtyl-β-propionique (II) et 2-naphtyl-β-propionique (III)

$CH^2-CH^2-CO^2H$

(I).

β α 1 2 $CH^2-CH^2-CO^2H$

(II).

$CH^2-CH^2-CO^2H$

(III).

Le premier de ces acides s'obtient ainsi avec un rendement excellent, il fond à 156°, distille à 179° sous 11^{mm}, donne une amide fondant à 133°, un ester méthylique distillant à 162° sous 2^{mm} et enfin, par l'action de $SOCl^2$, un chlorure d'acide fondant à 26° et distillant à 179-180° sous 12^{mm}.

Ces constantes diffèrent assez de celles données par d'autres auteurs qui avaient déjà préparé cet acide et montrent qu'ils ne l'avaient pas obtenu à l'état pur : F. Mayer et A. Sieglitz donnent pour son point de fusion 151° et pour celui de l'amide 85°, quant au chlorure ils le décrivent liquide; Brandis donne 148° pour le point de fusion de l'acide et Willgerodt 140° pour celui de l'amide ([2]).

([1]) G. Darzens et A. Lery, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2187, et 201, 1935, p. 730.

([2]) F. Mayer et A. Sieglitz, *Berichte Deutch. Chem. Ges.*, 55, 1922, p. 1843; Brandis, *ibid.*, 22, 1889, p. 2156; Willgerodt, *Journ. prak. Chem.*, 2e série, 80, 1909, p. 183.

L'acide 2-tétrahydronaphtyl-β-propionique (II) n'a pas encore été décrit, nous l'avons obtenu avec un rendement excellent par la décomposition de l'acide malonique correspondant pur, fondant à 123°, décrit par nous dans une Note précédente [1]. Si, au contraire, on s'adresse à l'acide brut provenant de la saponification de l'ester malonique correspondant, on n'a qu'un rendement de 80 pour 100, ce qui atteste que cet ester malonique n'est pas pur comme nous l'avons d'ailleurs déjà signalé [2].

Cet acide (II) fond à 127°, son amide à 133°, son chlorure d'acide à 2° et distille à 162° sous 2^{mm}, enfin son ester méthylique distille à 183° sous 15^{mm}.

Lorsqu'on traite cet acide, ou de préférence son ester, par le soufre ou le sélénium on le déshydrogène et l'on obtient finalement l'acide (III) fondant à 135° déjà obtenu à l'aide d'une autre méthode par F. Mayer et A. Sieglitz.

Ces trois acides (I), (II) et (III) présentent un intérêt tout particulier pour la synthèse de dérivés polycycliques et plus particulièrement de ceux qu'on en dérive par cyclisation de leurs chlorures.

F. Mayer et A. Sieglitz en traitant le chlorure de (I) en solution dans la ligroïne par $AlCl^3$ ont obtenu avec un très mauvais rendement la dihydrophénalone (IV) à laquelle ils assignent le point de fusion de 85-86°. J.-W. Cook et Herrett ont tenté cette cyclisation par $SnCl^4$ et trouvent le point de fusion de 120-121°. Devant cette contradiction nous avons repris cette réaction et la nouvelle technique suivante nous a permis d'obtenir cette dihydrophénalone avec un rendement de plus de 80 pour 100.

(IV). (V). (VI).

Dans un mélange de $21^g,85$ (1/10° mol.) du chlorure d'acide et de 120^g de nitrobenzène, maintenu à +5°, on ajoute lentement $13^g,4$ de $AlCl^3$ fraîchement sublimé en poudre fine. On maintient ensuite à 0° pendant

(1) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 730.

(2) Cet ester ne contient que 90 pour 100 environ de l'isomère 2-tétrahydronaphtylméthylmalonique, le dérivé chlorométhylénique ayant servi à le préparer étant lui-même un mélange des isomères 2 et 1 dans le rapport de 90 pour 100 et 10 pour 100 environ.

1 heure avec agitation fréquente, puis on fait le vide à l'aide d'une trompe à eau, d'abord à 0°, puis à 20°, jusqu'à complet dégagement de HCl qui ne s'était pas dégagé à 0° et à la pression ordinaire.

Le mélange est ensuite versé sur glace pilée, la solution nitrobenzénique est décantée, lavée avec soin, puis concentrée au vide, le résidu est enfin purifié par cristallisation dans l'éther de pétrole. Rendement : 13g,8 à 14g de (IV) pur de couleur jaune fondant à 86° et donnant une oxime fondant à 126°.

En cyclisant à l'aide de la même technique du chlorure de l'acide (II) nous avons obtenu tout aussi facilement la tétrahydrobenzo-5.6-indanone-1 de formule (V) dont nous avons établi la constitution par oxydation avec HNO^3 à 75 pour 100, ce qui nous a donné l'acide de pyroméllique ou benzène tétracarboxylique-2.3.5.6-(VI) fondant à 275°.

Cette tétrahydrobenzindanone incolore fond à 47°, distille à 167° sous 3mm et donne une oxime fondant à 224°.

Elle dérive d'un noyau benzindénique dont elle est le premier représentant connu, nous en poursuivrons l'étude.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation du méthyle-3-pentène-2 et du méthyle-2-pentène-2, par l'anhydride sélénieux.* Note de M. **André Guillemonat**, présentée par M. Robert Lespieau.

Étudiant [1] l'oxydation du méthyle-2-butène-2 par l'anhydride sélénieux, j'ai montré qu'en milieu acétique cette oxydation se faisait en α par rapport au carbone éthylénique le plus substitué et portait par conséquent sur un groupe méthylique. Afin de déterminer si dans ces conditions l'attaque se produit de préférence sur un groupe méthylique ou sur un groupe méthylénique, j'ai traité suivant le même mode opératoire le méthyle-3-pentène-2 (I)

$$\underset{\text{(I)}}{CH^3-CH^2-C(CH^3)=CH-CH^3}, \qquad \underset{\text{(II)}}{(CH^3)^2=C=CH-CH^2-CH^3}.$$

L'oxydation s'effectue encore en α du carbone tertiaire, mais cette fois sur le groupe méthylénique, de plus le rendement est de 33 pour 100 en carbure utilisé alors qu'il n'est que de 12 pour 100 dans le cas du méthyle-2-butène-2. Cette facilité d'oxydation du groupe méthylénique, pourrait conduire à penser qu'un tel groupe placé en α d'un carbone éthylénique

(1) A. Guillemonat, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1416.

non complètement substitué s'oxyderait de préférence à un groupe méthyle en α d'un carbone éthylénique complètement substitué. Il n'en est rien. J'ai en effet oxydé, toujours en milieu acétique, le méthyle-2-pentène-2 (II), et j'ai vu que l'attaque se produit sur un groupe méthylique en α du carbone éthylénique tertiaire. Le rendement est de 20 pour 100 en carbure utilisé.

Ces résultats sont en parfait accord avec ceux obtenus avec les carbures cyclaniques et les terpènes : oxydation du pinène [1], du méthyl-1-cyclohexène-1 [2], et du carvomenthène [3], ce qui montre leur généralité.

L'oxydation du méthyl-3-pentène-2 m'a permis d'isoler :

L'acétate du méthyl-3-pentène-2-ol-4 : Éb. sous 25mm, 62-63°; $D_4^{21} = 0,9019$; $n_D^{21} = 1,4318$; RM = 40,81 (th = 40,33). Spectre Raman : 361 (f), 403 (f), 641 (f), 767 (f), 853 (m), 932 (btf), 1224 (m), 1324 (bm), 1385 (bm), 1451 (bF), 1675 (TF), 1737 (f).

Le méthyl-3-pentène-2-ol-4 $CH^3 - CHOH - C(CH^3) = CH - CH^3$: Éb. sous 760mm, 139-140°; $D_4^{19} = 0,869$; $n_D^{19} = 1,4430$; RM = 30,51 (th = 30,86). Spectre Raman : 336 (m), 375 (m), 506 (bfl.m), 543 (f), 735-761 (bm), 830 (f), 886 (m), 943 (m), 985 (f), 1039 (fl.m), 1077 (fl.m), 1116 (m), 1218 (m), 1318 (bfl.m), 1383 (F), 1438, 1463 (BF), 1673 (F).

Cet alcool a été précédemment décrit par Abelmann [4], qui l'a obtenu par condensation du méthyl-2-butène-2-al-1 avec le bromure de méthyle magnésium, il a indiqué comme constantes Éb. 139°, $D_4^{17,5} = 0,867$, $n_D^{17,5} = 1,4428$. D'autre part j'ai repris la préparation décrite par Abelmann et ai fait le spectre Raman du produit obtenu : il est identique au précédent, tout au moins quant aux fréquences des raies spectrales.

L'oxydation du méthyl-2-pentène-2 m'a permis d'isoler :

L'acétate du méthyl-2-pentène-2-ol-4 : Éb. sous 12mm, 61-63°; $D_4^{22} = 0,9057$; $n_D^{22} = 1,4318$; RM = 40,67 (th = 40,33). Spectre Raman : 614 (f), 639 (m), 763 (tf), 825 (fl.m), 915 (bm), 964 (bf), 1026 (bm), 1063 (bm), 1225 (bf), 1265 (bf), 1307 (m), 1360 (bm), 1389 (bfl.m), 1452 (bF), 1675 (TF), 1743 (fl.m).

Le méthyl-2-pentène-2-ol-4 $CH^2OH - C(CH^3) = CH - CH^2 - CH^3$: Éb. sous 14mm, 61-63°; $D_4^{23} = 0,857$; $n_D^{23} = 1,446$; RM = 31,11 (th = 30,86). Spectre Raman : 391 (fl.tf), 472 (fl.f), 587 (fl.f), 753 (bfl.f), 821 (m), 853 (bfl.f), 910 (bfl.f), 1007 (bm), 1048 (bm), 1106 (bfl.f), 1222 (bfl.m), 1262 (m), 1304 (m), 1387 (m), 1450 (bF), 1673 (TF).

---

(1) G. Dupont, Zacharewicz et Dulou, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1699.

(2) E. Urion, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 363.

(3) Borgwardt et Schwenk, *J. Am. Ch. Soc.*, 56, 1934, p. 1185, et J. Tabuteau, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 244.

(4) Abelmann, *Ber. d. Deuts. chem. Ges.*, 43, 1910, p. 1579.

Cet alcool a été obtenu en petite quantité par Wiemann [1] dans la réduction de l'α-méthyl, β-éthylacroléine qui indique comme constantes : Éb. sous 12^{mm}, 62-63°; $D_4^{24} = 0,850$; $n_D^{25} = 1,444$. D'autre part j'ai obtenu le spectre Raman de ce composé, il s'est révélé identique au précédent.

GÉOLOGIE. — *Sur le Vindobonien en Palestine.*

Note [2] de M. **Mosheh Avnimelech**, présentée par M. Charles Jacob.

Le Miocène était resté inconnu en Palestine jusqu'à ces dernières années, bien qu'il soit richement représenté dans tous les pays voisins (Syrie, Irak, Asie Mineure, Égypte, Sinaï). Quelques gisements signalés par M. Blake près Ramleh (entre Jaffa et Jérusalem) et près El Kubeibeth (entre Gaza et Hebron), considérés au début comme burdigaliens, se sont trouvés appartenir à l'Oligocène [3]. En 1933, j'ai découvert entre Jaffa et Jérusalem plusieurs lambeaux résiduels d'une formation presque complètement détruite dans laquelle j'avais reconnu le Vindobonien; l'année suivante, j'ai retrouvé dans le Sud de la Palestine de nouveaux lambeaux de la même formation.

D'autre part M. Blake a fait des découvertes semblables. Il a publié [4] une liste de la faune provenant d'un gisement situé près de la localité Ouadi Sarrar (au Sud de Ramleh) et de trois autres gisements de la région de Beer-Sheha (Palestine méridionale). Cette faune se compose de quelques Polypiers et de divers Bivalves (*Tellina crassa* Penn. var. *lamellosa* Dollf., *Cardium turonicum* Mayer, *Apolymetis papyracea* Gmel., *Pecten benedictus* Lmk., *Lucina columbella* Lmk., etc.).

Les découvertes faites par M. Blake et par moi permettent de se faire une idée provisoire du *développement du Vindobonien en Palestine*. Les gisements observés par moi se trouvent à l'Ouest des montagnes de la Judée proprement dite, c'est-à-dire à l'Ouest de la ligne Yalo-Bab el Wad-Artuf. Ce Miocène atteint à l'Est une *hauteur de* 400^m et descend à l'Ouest, près de Ramleh, à 100^m environ; là il est limité par la zone de failles N-S qui borde la plaine maritime. Cette plaine est remplie de dépôts pliocènes et quater-

---

(1) J. Wiemann, *Thèse*, Paris, 1935, p. 36.

(2) Séance du 4 novembre 1935.

(3) G. S. Blake, *Geology and Water Resources of Palestine*, Jérusalem, 1928; L. R. Cox, *Geol. Magaz.*, 71, 1934, p. 337-355.

(4) G. S. Blake, *Geol. Magaz.*, 77, 1935, p. 140-142.

naires très puissants, qui reposent probablement sur des calcaires miocènes, mais qu'aucun forage n'a traversés jusqu'à présent.

Les affleurements du Vindobonien se présentent sous *deux types principaux :* 1° le premier, représenté par des calcaires rougeâtres, caverneux, riches en *galets* de calcaires et de silex et contenant des moules de coquilles, se trouve dans la partie Est, supérieure, de la région qui s'étend entre les montagnes de la Judée et la petite ville de Ramleh; la pâte de ces calcaires est formée principalement d'Algues calcaires et de petits Foraminifères (Milioles, Globigérines). J'ai reconnu des affleurements de cette roche : 1° sur les collines à l'ouest de Bab el Wad; 2° sur les montagnes près des villages de Latrun et d'Emmaüs; 3° sur la colline où est situé le village d'El Koubab; 4° sur le territoire du village d'El Barriyé. Le Vindobonien repose ici sur des calcaires à Globigérines de l'Éocène inférieur, sauf à El Koubab, où il surmonte aussi le Sénonien. Tous ces gisements n'ont fourni que des fossiles mal conservés; à El Koubab j'ai rencontré un débris de *Clypeaster* qui semble voisin (d'après M. Lambert) de *C. imperialis* Gregory (non Michelin), forme miocène. Notons qu'en Syrie, on n'a guère cité de *Clypeaster* que dans le Vindobonien.

2° Un *deuxième type* est représenté par des calcaires à *Polypiers* (Astréidés), faciès qui en Syrie et en Cilicie n'est connu que dans le Vindobonien; les galets sont rares ou absents; le faciès est donc moins littoral. Des lambeaux de ce type se trouvent le long et à l'Est de la zone de failles de la plaine maritime. M. Blake a mentionné il y a quelques années, près de Tul Kerem (entre Haïfa et Lydda) des roches coralliennes qui appartiennent sans doute à ce Miocène; et M. Picard a rapporté au Miocène des calcaires à Algues et petits Foraminifères qu'il a découverts sur le Carmel; en effet, par leur faciès et leur altitude, ils semblent correspondre au Vindobonien. J'ai observé des formations coralliennes analogues dans quelques localités au Sud de Ramleh (Ramleh, Naaneh, Mansurah, Ouadi Sarrar, etc.) et à l'Ouest de Beit Jibrim, près du village d'Iraq el Menshiyé (entre Gaza et Hebron).

On a donc là une série d'arguments paléontologiques, pétrographiques et stratigraphiques qui permettent d'attribuer au Vindobonien les formations que nous venons de citer.

Il existe en Palestine *d'autres formations* qui *appartiennent peut-être au Miocène*, par exemple les argiles bariolées du sous-sol de la vallée d'Esdrélon, les marnes de Tell Mallat et de Mansura au sud de Ramleh, des calcaires sableux entre El Kubeibeth et Iraq el Manshiyé (région de

Beit Jibrin); mais leur position stratigraphique n'a pu encore être précisée.

Les résultats des dernières découvertes montrent que la *transgression* qui a commencé au Stampien a atteint son *maximum* pendant le Vindobonien. Les faciès de cet étage indiquent que la mer vindobonienne n'a pas dû dépasser beaucoup la courbe de niveau actuelle de la cote 400^{m}, courbe qui dans l'ensemble longe le pied des montagnes de la Judée proprement dite. Ce fut donc une transgression assez étendue, ce qui correspond parfaitement au tableau général de la paléogéographie miocène dans la Méditerranée orientale. La situation élevée des lambeaux de Vindobonien découverts par moi prouve ainsi que depuis le Vindobonien il y a eu des mouvements de soulèvement très importants.

GÉOLOGIE. — *Sur le Primaire fossilifère du Sud de l'Adrar mauritanien.* Note de MM. **Fernand Jacquet** et **Théodore Monod**, présentée par M. Charles Jacob.

Nos recherches géologiques sur l'Ouest saharien nous amènent à préciser ou à découvrir dans le Sud de l'Adrar mauritanien plusieurs horizons fossilifères s'étendant de l'Ordovicien au Dévonien supérieur ([1]).

Le plus ancien de ces horizons est constitué par des grès psammitiques à Lingules déjà signalés par Chudeau à Daklet Kelchi ([2]) et dernièrement retrouvés par l'un de nous (M.) au Nord de Niémilane entre le Tarf Aoutouat et le Reg An Nemdaï. Cet horizon se rencontre, sous le Gothlandien, dans des grès massifs que nous considérons comme ordoviciens. Dans ces grès et sensiblement au niveau des grès à Lingules s'intercalent souvent des bancs bien lités de grès à Tigillites (grès à colonnettes des Tassilis algériens).

Au-dessus, les schistes gothlandiens à Graptolithes ([3]) forment entre Tidjikja et Chinguetti le socle des plateaux dévoniens de Iramach, El Haguer, Tenemouj et de Charania, sur le bord nord de la dépression du Khat. A Ségleïa, l'un de nous (J.) a observé, sur des grès blancs massifs à stratification entrecroisée, 8 à 15^{m} de schistes à *Monograptus* qui com-

([1]) Les faunes citées dans cette Note ont été déterminées par M. Menchikoff.

([2]) *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, **11**, 1911, p. 416.

([3]) Découverts successivement par Monod (voir R. Furon, *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, 12 nov. 1934, p. 202) et par Jacquet (voir J. Malavoy, *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, 20 mai 1935, p. 142).

mencent, sans discordance apparente sur l'Ordovicien, par des niveaux grossiers, gréseux ou finement conglomératiques. Les *Monograptus*, surtout abondants dans les 5 ou 8 premiers mètres à la base, disparaissent dans la partie supérieure de la série, tandis que s'observent des intercalations gréseuses ou ocreuses de plus en plus fréquentes.

Les schistes gothlandiens sont surmontés par une importante série de grès à stratification souvent entrecroisée. Cette série est coupée de quelques niveaux schisteux ou gréseux fossilifères. Parmi les horizons actuellement connus, le Dévonien inférieur n'avait pas encore été signalé. A Safieh Tamga l'un de nous (J.) a reconnu l'Emsien (Coblencien supérieur) avec des grès et des schistes à *Spirifer arduennensis* Schnur, *Sp. daleidensis* Steininger, *Rhynchonella* cf. *Dannenbergi* Keyser.

Le Dévonien moyen, l'Eifélien, paraît également exister et cela dans les grès de Touikenchit (M.) avec *Spirifer speciosus* Schnur, *Productella* sp. et *Chonetes* sp.

Le Dévonien supérieur (1) est fossilifère dans les calcaires de l'Oued el Abid et à Aouinet Zbel avec *Spirifer Verneuili* Murch., *Sp.* cf. *Bouchardi* Murch.

Tous ces horizons impliquent l'existence d'une série dévonienne complète.

Un Carbonifère découvert par Chudeau (2), confirmé par Furon (3) grâce à *Endothyra*, *Productus* et *Phillipsia*, existerait à l'Ouest de Tamga, mais nos faunes ne nous permettent pas de le définir avec certitude; nous le préciserons sans doute après un nouveau passage sur le terrain.

Dans cet ensemble primaire, la trouvaille du Gothlandien à Graptolithes est particulièrement importante. Depuis le bord nord du Khat cet horizon s'étend très loin vers l'Est et l'un de nous (M.) l'a retrouvé près de Tichitt. Au Sud de la ligne gothlandienne, sous les grès siliceux à niveaux de Tigillites que nous avons considérés comme ordoviciens, le sommet de l'immense série des Grès Horizontaux d'Hubert (4) : grès et arkoses feldspathiques d'âge indéterminé de la Mauritanie méridionale, du Soudan (5) et de l'Est du Sénégal, s'élève donc tout au plus jusque dans l'Ordovicien.

(1) J. Malavoy et N. Menchikoff, *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, 1er juin 1931, p. 136.

(2) *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, 11, 1911, p. 418.

(3) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1905.

(4) 1 : 6000000 géologique de l'A. O. F. : *Atlas des Colonies*, pl. XVII.

(5) Grès supérieurs de Baud (*C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, 20 nov. 1933, p. 214) équivalents des Grès inférieurs des Tassilis algériens (C. Kilian).

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Résédacées. Développement de l'embryon chez le* Reseda Luteola *L.* Note (¹) de M. **René Souèges**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Les données que l'on possède sur l'embryogénie des Résédacées sont très incomplètes. D'après Morstatt (²) et Hennig (³), l'embryon de ces plantes doit être rapporté au type fondamental des Crucifères. Cela paraît incontestable. Manquent néanmoins les détails et les précisions nécessaires pour établir tous les termes de rapprochement et déterminer la place de l'embryon des Résédacées parmi les types secondaires que comporte le type fondamental (⁴).

L'étude très serrée de la série des divisions, chez le *Reseda Luteola* L., a permis de retrouver toutes les particularités qui caractérisent le type secondaire des Œnothéracées.

1° Dès le stade bicellulaire (*fig.* 1), la segmentation dans la cellule apicale procède plus vite que dans la cellule basale. Ainsi, en 2, dans le proembryon tricellulaire, la cellule apicale a donné deux éléments, tandis que la cellule basale est encore indivise; en 6, le proembryon est hexacellulaire, avec quatre cellules quadrants dérivant de la cellule apicale et deux cellules superposées produites par la cellule basale; en 9, au moment de la séparation du dermatogène, on n'observe encore que ces deux cellules inférieures; en 17 et 18, quand les trois histogènes sont nettement individualisés dans un globule embryonnaire tirant origine de la cellule apicale et comportant une soixantaine d'éléments, quatre cellules seulement ont été engendrées par la cellule basale.

2° La cellule hypophysaire, appelée à donner naissance aux initiales de l'écorce de la racine et au primordium de la coiffe, n'est autre que la cellule intermédiaire de la tétrade (*m*, *fig.* 3 à 14). Dans le proembryon de la figure 11, on peut voir que *n* et *n'* sont les cellules filles de l'élément, *ci*, de la tétrade; d'autre part, les caractères cytologiques de la cellule *m*, en 10, 12 et 13, ne permettent nullement de douter de la formation, à ses dépens, des deux éléments dont se compose l'hypophyse en 14, 15 et 17. La figure 16 indique que, dans certains cas, l'hypophyse peut être produite par une cellule fille de *m*; enfin la figure 18 démontre que, parfois, l'hypophyse peut s'individualiser par une paroi verticale comme cela s'observe de même exceptionnellement chez l'*Œnothera biennis*.

(¹) Séance du 4 novembre 1935.
(²) H. Morstatt, *Inaug. Diss.*, Heidelberg, 1903.
(³) L. Hennig, *Planta*, 9, 1930, p. 507.
(⁴) R. Souèges, *Bull. Soc. bot. Fr.*, 82, 1935, p. 328.

3° Le suspenseur *sensu stricto*, reste court, trapu, exempt de différenciations haustoriales.

Le *Reseda Luteola* possède des formes embryonnaires très régulièrement construites, qui se rattachent, de manière évidente, au type fondamental des Crucifères. Mais les caractères secondaires tirés de la différence de vitesse de la segmentation dans les premiers blastomères, de l'origine de

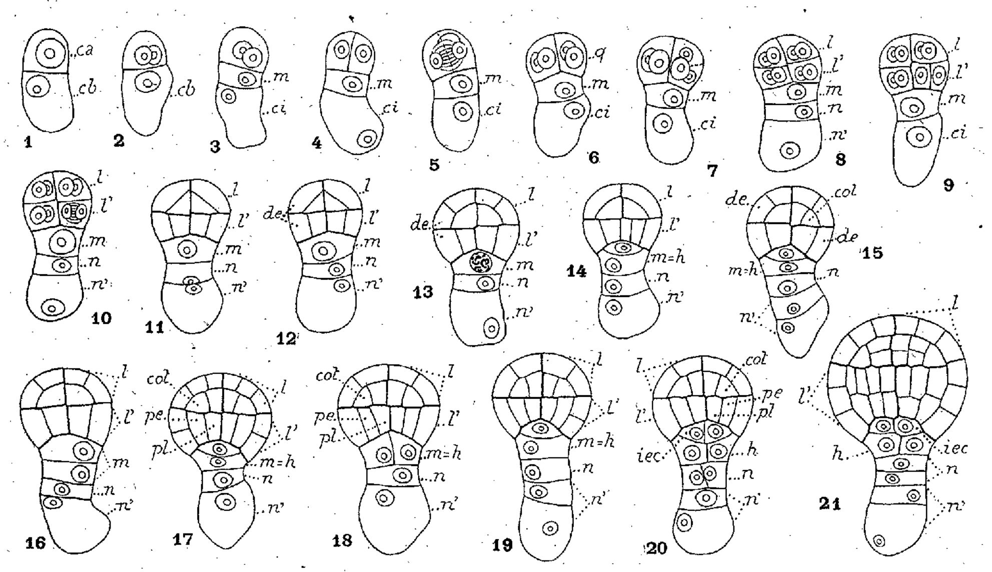


Fig. 1 à 21. — *Reseda Luteola* L. — Les principales étapes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m*, cellule intermédiaire de la tétrade ou hypophyse (*h*); *ci*, cellule inférieure de la tétrade; *q*, quadrants; *l*, octants supérieurs ou partie cotylée; *l'*, octants inférieurs ou partie hypocotylée; *n* et *n'*, cellules filles de *ci*, donnant le suspenseur *sensu stricto*; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérome; *iec*, initiales de l'écorce de la racine; *cot*, cellules mères sous-épidermiques des cotylédons. G. : 350.

l'hypophyse et de la constitution du suspenseur, apparentent beaucoup plus étroitement ces formes à celles qui ont été rencontrées chez les Œnothéracées. Le tableau récapitulatif des lois du développement qui a été dressé au sujet de l'*Œ. biennis* s'applique très exactement au *Reseda Luteola*. Il est possible que les autres espèces des Résédacées ne se prêtent pas à des conclusions aussi rigoureuses.

PHARMACOLOGIE. — *Des variations concomitantes de la chronaxie et de l'excitabilité nerveuse sous une influence pharmacodynamique (action sur le nerf moteur de* Rana esculenta *de la cocaïne et de ses succédanés).* Note de MM. **Jean Régnier** et **André Quevauviller**, présentée par M. Louis Lapicque.

On sait (L. Lapicque, R. Deriaud et H. Laugier, H. Cardot et J. Régnier) que la cocaïne et la plupart de ses succédanés du même type chimique agissent sur les troncs nerveux en produisant d'abord une baisse régulière de la chronaxie en même temps qu'une hausse de la rhéobase, puis, après stabilisation plus ou moins prolongée, un retour de ces deux paramètres vers leur valeur de départ, stabilisation et retour se produisant toujours d'une façon bien plus nette, et généralement plus précoce, pour la chronaxie que pour la rhéobase. L'un de nous (¹) a donc proposé de mesurer comparativement l'activité des divers anesthésiques locaux en prenant comme test de comparaison les pourcentages de baisse maximum de la chronaxie.

Par ailleurs, de nombreux travaux ont été présentés, soit sur les rapports qui unissent variation de chronaxie et variation de perméabilité, soit sur ceux qui unissent narcose et variation de perméabilité. C'est ainsi que certains chercheurs admettent qu'à une diminution de chronaxie correspond une augmentation de perméabilité, et que d'autres pensent qu'une augmentation de perméabilité correspond à une hyperexcitabilité. Il a donc paru normal à quelques auteurs de rapprocher ces constatations et de considérer, dans l'action des anesthésiques locaux, une première période, caractérisée par la baisse de la chronaxie, où se produirait un état d'hyperexcitabilité, une seconde période, caractérisée par la hausse secondaire de ce paramètre, où se produirait seulement alors la phase narcotique. Cette conception s'appuyait de plus sur l'idée simpliste admise trop souvent (et contre laquelle ne s'est pas lassé de s'élever L. Lapicque) que baisse de chronaxie signifie immanquablement augmentation d'excitabilité et vice versa. S'il en était ainsi, nous aurions évalué non pas la force narcotique d'un anesthésique local, mais son activité excitante préalable à la narcose.

Nous ne discuterons pas maintenant les conceptions sommaires et pour le moins prématurées qui prétendent résoudre le problème compliqué des

(¹) J. Régnier, *Th. Doct. Méd.*, 1929, Paris.

relations existant entre narcose et perméabilité; nous le ferons ailleurs en détail. Bornons-nous à démontrer ici que les conceptions ci-dessus rapportées ne sont pas physiologiquement soutenables; nous aurons ainsi, au surplus, l'occasion d'exposer comment on peut actuellement concevoir, à la suite de L. Lapicque, la notion d'excitabilité, ses rapports avec la chronaxie, et son application aux mesures pharmacologiques.

L. Lapicque (1) est parti de la conception de H. Lassalle (2), selon laquelle l'excitabilité d'un tissu peut s'exprimer par l'inverse de l'énergie nécessaire pour exciter ce tissu, et il a admis que cette expression de l'excitabilité pouvait donner des résultats précis et significatifs sous les conditions suivantes : opérer d'une façon telle que les mesures d'intensité soient, le plus possible indépendantes des conditions expérimentales; utiliser, pour le passage du courant, des temps qui soient, d'une part, toujours sensiblement du même ordre pour que les facteurs de variation se fassent sentir également, d'autre part d'une durée suffisamment petite pour que l'on se trouve dans la zone où, l'intensité liminaire variant avec la durée du passage du courant, l'énergie puisse être considérée, toutes choses égales d'ailleurs, comme suffisamment constantes d'un stimulus à l'autre (3).

Il est évident que toutes ces conditions sont réalisées dans les mesures pharmacodynamiques telles que celles que nous effectuons.

L'excitabilité, dans le cas de l'excitation galvanique, s'exprime donc par $1/ri^2t$ ou $1/vit$ que l'on peut écrire, si l'on suppose la résistance constante et égale à $1, = 1/v^2t$, et, en faisant intervenir les deux paramètres, voltage rhéobasique (B) et chronaxie (τ), $= 1/B^2\tau$. En raison des variations de résistance, souvent profondes, constatées sous l'influence de certains poisons, nous avons été amenés à mesurer directement l'intensité rhéobasique et la résistance du nerf; nous nous sommes donc appuyés sur la première formule $1/ri^2t$. D'autre part, considérant l'énergie dépensée au moment où, l'intensité étant double de la rhéobase (I), le temps t définit la chronaxie, nous avons admis comme expression de l'excitabilité $1/r(2I)^2\tau$.

Expérience du 6 *mars* 1935. — *Rana esculenta*, poids : 40^g; température du laboratoire : 20°. Nerf sciatique gauche isolé à 13^h et conservé avant

---

(1) L. Lapicque, *Scientia*, 52, N. 246-10, 1932, p. 232; *Cours de Physiologie*, 1935, fasc. 4, p. 138, Paris.

(2) H. Lassalle, *C. R. Soc. Biol.*, 98, 1928, p. 273.

(3) L. Lapicque, *L'excitabilité en fonction du temps*, Paris, 1926, p. 207 et suivantes.

l'utilisation en liquide de Ringer de pH 6,8; utilisation du chronaximètre de précision de L. Lapicque.

Heures.	Rhéobase en volts.	Rhéobase en microampères.	Résistance en milliers d'ohms.	Chronaxie en σ.	Excitabilité $\frac{\tau}{r(2I)^2\tau} \times 10^3$.
14h. 0m...	0,57	2,36	48	0,23	4,06
14.10...	0,57	2,36	48	0,23	4,06
14.15...	Chlorhydrate de cocaïne à 0,005 % en solution dans le liquide de Ringer				
14.25...	0,68	2,91	46	0,21	3,05
14.35...	0,75	3,21	46	0,18	2,93
14.45...	0,78	3,23	48	0,18	2,78
14.55...	0,82	3,40	48	0,17	2,65
15.05...	0,86	3,69	46	0,19	2,10
15.15...	0,90	3,93	45	0,20	1,80

L'excitabilité diminue donc dès les premières minutes de l'application de l'anesthésique. Les variations relatives de la rhéobase étant nettement plus grandes que celles de la chronaxie (qui reste, de beaucoup, le paramètre le plus régulier), ce sont elles qui l'emportent dans la variation de l'excitabilité. Ce fait se produit très régulièrement avec le chlorhydrate de cocaïne et la novocaïne (chlorhydrate), à toutes les concentrations allant de 0,003 pour 100 à 0,30 pour 100, qui vont des doses suffisamment actives pour obtenir une variation nette à celles qui sont encore assez basses pour que l'excitabilité post-narcotique ne vienne pas trop tôt terminer l'expérience.

BIOLOGIE. — *Sur le mécanisme du changement de couleur chez les poissons.* Note de Mlle **Catherine Veil**, présentée par M. Louis Lapicque.

En 1932, Lundströn et Bard ont montré, qu'après ablation de l'hypophyse chez *Mustelus Canis*, le poisson prend une teinte très claire qui subsiste quelle que soit la couleur du fond sur lequel l'animal repose. L'injection d'extrait du lobe post-hypophysaire fait foncer l'animal. Ces auteurs concluent que l'hypophyse est le principal agent du changement de couleur chez les poissons, qu'une hormone pituitaire passe dans le sang et provoque la dilatation des cellules pigmentaires. Mais ils n'ont pu parvenir à faire foncer un poisson clair en lui injectant du sang d'un poisson foncé, ils n'ont pu obtenir qu'une petite réaction locale, tache sombre autour du point d'injection. Parker (1934), reprenant ces expériences, ne

peut que les confirmer. J'ai pensé que ce dernier résultat négatif de Lundströn et Bard tenait à ce qu'il n'y a pas lieu d'envisager seulement dans le mécanisme du changement de couleur des poissons le rôle indéniable de l'hypophyse, mais qu'il fallait aussi envisager le contrôle nerveux des cellules pigmentaires qui est non moins incontestable.

Il semble bien établi qu'il existe des nerfs se rendant aux cellules pigmentaires (Ballowitz), que leur excitation électrique détermine la contraction de ces cellules, que normalement ces dernières se contractent sous l'influence de réflexes à point de départ oculaire (Pouchet, Brücke, etc.). Le rôle des yeux est indiscutable. Leur énucléation dans la majorité des espèces de poissons provoque le noircissement immédiat qui persiste quand bien même le poisson vit sur fond clair. Il semble donc *a priori*, que, s'il existe un antagonisme entre le rôle de l'hypophyse et celui des yeux, la disparition de l'un des facteurs doive entraîner l'exaltation de l'autre : on doit pouvoir faire foncer un poisson clair en lui injectant le sang d'un poisson énucléé. Mes expériences ont toutes, sans exception, confirmé cette hypothèse. J'ai opéré sur *Cyprinus Carpio* et sur *Carassius vulgaris*. J'ai effectué la série préalable des expériences suivantes :

1° Il m'a été impossible de pratiquer convenablement l'ablation de l'hypophyse dans cette espèce (cette ablation n'a été jusqu'à présent réalisée que sur des poissons cartilagineux).

2° L'injection d'extrait de lobe post-hypophysaire provoque immédiatement le passage au foncé de poissons préalablement clairs. On sait que l'un des caractères des hormones est de ne pas être spécifique. J'ai pu en effet faire noircir des *Carassius vulgaris* de 10 à 15g maintenus sur fond clair, et par conséquent clairs eux-mêmes, en leur injectant de l'extrait frais de lobe post-hypophysaire de bœuf ou bien 2 ou 3 U. I. d'extrait de lobe post-hypophysaire préparé par la maison Choay.

3° L'énucléation des yeux sur des carpes, préalablement claires détermine leur noircissement immédiat.

4° Du sang d'animal ayant conservé ses yeux, qu'il soit foncé ou clair par action de l'ambiance ne provoque en injection aucun changement de couleur.

5° Consécutivement à l'injection, du fait de maintenir dans la main le poisson pour l'opération, il y a toujours un obscurcissement, mais celui-ci se dissipe au bout de quelques instants et, en général, au bout de 15 minutes le poisson injecté du sang d'une carpe non énucléée ne se distingue pas quant à sa couleur du poisson témoin.

Voici maintenant la question de l'action du sang de poissons dont les yeux ont été énucléés.

Des carpes d'un poids minimum de 400^g, 24 heures après l'énucléation, sont mises dans un appareil de contention et saignées par ponction du cœur. En général, le sang, recueilli dans un verre bien paraffiné demeure quelques minutes sans coaguler. Du sang frais, non défibriné a pu être injecté à des poissons dont le poids variait de 8 à 20^g; j'ai également centrifugé le sang pour obtenir le sérum seul. L'injection de 1^{cm^3} de sang frais ou de $0^{cm^3},5$ de sérum à des *Carassius* d'une dizaine de grammes suffit pour provoquer le passage au foncé d'un animal préalablement clair. La nouvelle teinte, comparée à celle du poisson témoin, est suffisamment nette pour n'être pas contestable, quand bien même le poisson injecté reste avec son témoin sur fond clair, il est encore nettement plus foncé 24 heures après.

La séance est levée à 15^h30^m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Enrique Hauser**, membre de l'Académie des Sciences de Madrid et à M. **René Vandendriès**, de l'Université de Louvain, qui assistent à la séance.

M. **Julien Costantin** fait hommage à l'Académie de trois publications qui viennent de paraître dans les *Annales des Sciences naturelles*, *Botanique*, t. XVII :

1° *Sur les mycorhizes de la Pomme de terre*, par MM. J. Costantin et J. Magrou, où l'on voit les premières photographies microscopiques des Champignons symbiotiques qui étaient jusqu'ici inconnus dans les variétés *cultivées*.

Les auteurs ont étudié les mycorhizes de la plante atteinte de mosaïque; leurs constatations éclairent vivement la difficile question de la dégénérescence.

2° *Quelques résultats des cultures de Fontainebleau* (1934) (*Solanum tuberosum*), par M. J. Costantin.

3° *La rusticité des plantes alpestres* (avec quatre photographies), par M. J. Costantin, où l'on montre qu'en partant des plantules issues de graines, on a des tubercules seulement dans le cas où l'on ajoute de la terre vierge des hauts pâturages, qui renferme les endophytes. Également avec des plantules, à 560^m d'altitude, la terre des champs où se fait ordinaire-

ment la culture de la Pomme de terre (en partant de tubercules) n'en contient pas. *Ces Pommes de terre ne méritent pas leur nom*, car elles n'en produisent plus. Cette absence explique les dégénérescences qui se manifestent dans les plaines après quelques cultures successives.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

G. Portevin. *Histoire naturelle des Coléoptères de France*. Tome IV. *Polyphaga. Rhynchophora*.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la courbure des surfaces.*
Note (¹) de M. **Abraham Wald**, présentée par M. Élie Cartan.

D et D_1 étant deux espaces distanciés (métriques) au sens de M. Fréchet, nous disons que D peut être *plongé* dans D_1 s'il existe un sous-ensemble D' de D_1 auquel D est *congruent*, c'est-à-dire sur lequel D peut être appliqué biunivoquement avec conservation des distances. Un sous-ensemble d'un espace distancié qui peut être plongé dans la droite est appelé *linéaire*. Un arc linéaire est donc congruent à un segment de droite et sera appelé brièvement *segment*.

Un espace distancié est dit convexe au sens de M. Menger [2], s'il contient, pour tout couple de points p et r, au moins un point q tel que $p \neq q \neq r$ et $pq + qr = pr$, xy désignant la distance des points x et y. M. Menger a démontré qu'un espace compact et convexe contient pour deux quelconques de ses points p et q au moins un segment qui les joint (*loc. cit.*, p. 87).

Nous disons qu'un espace distancié D a *la courbure de surface* $k(p)$ au point p, lorsqu'aucun voisinage du point p n'est linéaire et lorsqu'à tout $\varepsilon > 0$ il correspond un $\delta > 0$ tel que tout quadruplet de points q, r, s, t de D

[1] Séance du 12 novembre 1935.
[2] *Mathem. Annalen*, 100, 1928, p. 81.

dont les distances à p sont $< \delta$, puisse être plongé dans une S_k avec $|k - k(p)| < \varepsilon$, S_k désignant la surface d'une sphère à trois dimensions de courbure totale $k = 1/r^2$ (r, rayon réel ou imaginaire de S_k); nous prendrons comme distance de deux points p' et p'' de S_k la longueur du plus petit arc de grand cercle passant par p' et p''. En chacun de ses points un espace convexe et compact admet au plus *une* courbure de surface.

Soit C un espace compact et convexe admettant une courbure $k(p)$ en chaque point p. $k(p)$ est alors une fonction continue de p; de plus il existe un nombre $\bar{\rho} > 0$ tel que :

1° Tout quadruplet de points distincts deux à deux de diamètre $< 2\bar{\rho}$, contenant deux triplets linéaires, soit linéaire. [M. Menger a montré (*loc. cit.*, p. 111), que dans ces conditions, il n'existe qu'un seul segment joignant deux points de distance $< 2\bar{\rho}$.]

2° Désignons par $U(p; \bar{\rho})$ l'ensemble des points de C dont la distance à un point p est $< \bar{\rho}$; il existe alors deux points p_0 et p_1 de $U(p; \bar{\rho})$ tels que le triplet p, p_0, p_1 soit non linéaire.

3° Soient q_1 et q_2 deux points $\neq p$ contenus dans $U(p; \bar{\rho})$ et soit $q_i(\rho)$ $(i = 1, 2)$ (pour tout ρ inférieur au plus petit des nombres pq_1, pq_2) le point situé à la distance ρ de p sur le segment joignant p et q_i; alors le quotient $q_1(\rho)q_2(\rho)/\rho$ possède une limite λ quand $\rho \to 0$ et nous poserons par définition

$$\widehat{q_1pq_2} = \widehat{q_2pq_1} = 2 \operatorname{Arc\,sin} \frac{\lambda}{2} \qquad (0 \leqq \widehat{q_1pq_2} \leqq \pi).$$

4° Faisons correspondre à tout point $s \neq p$ de $U(p; \bar{\rho})$ les nombres $\rho(s)$ et $\varphi(s)$ définis par

$$\rho(s) = ps \qquad \text{et} \qquad \varphi(s) = \begin{cases} \widehat{spp_1} & \text{si } |\widehat{p_1pp_2} - \widehat{spp_1}| = \widehat{spp_2}; \\ 2\pi - \widehat{spp_1} & \text{dans les autres cas}; \end{cases}$$

p_1 et p_2 désignant deux points de $U(p, \bar{\rho})$ tels que le triplet p, p_1, p_2 soit non linéaire. Si maintenant s' désigne le point du plan euclidien de coordonnées polaires $\rho(s)$ et $\varphi(s)$, la correspondance entre s' et s (en convenant de faire correspondre au point p l'origine O des coordonnées) est biunivoque et bicontinue, c'est-à-dire est une homéomorphie.

5° r'_1 et r'_2 étant deux points de l'image plane de $U(p, \bar{\rho})$ tels que le triplet O, r'_1, r'_2 soit non linéaire, il existe un nombre $\rho_0 > 0$ tel que tout point situé à une distance $< \rho_0$ de O sur un segment compris entre les segments Or'_1 et Or'_2, appartienne à l'image de $U(p, \bar{\rho})$.

6° La longueur de l'arc

$$\rho = \rho(t), \quad \varphi = \varphi(t) \quad (0 \leqq t \leqq 1) \text{ de } U(p; \bar{\rho}),$$

$\rho(t)$ et $\varphi(t)$ étant deux fonctions dérivables de t, est égale à

$$\int_0^1 [\rho'^2(t) + G^2(\rho, \varphi)\varphi'^2(t)]\, dt,$$

où $G(\rho, \varphi)$ est la solution de l'équation différentielle

$$\frac{\partial^2 G}{\partial \rho^2} = -k(\rho, \varphi).G(\rho, \varphi)$$

satisfaisant aux conditions

$$G(0, \varphi) = 0, \qquad \frac{\partial G}{\partial \rho}(0, \varphi) = 1,$$

$k(\rho, \varphi)$ désignant la courbure de surface de C au point (ρ, φ). Comme conséquence de ces théorèmes, nous pouvons énoncer le théorème suivant :

Tout espace compact et convexe qui admet une courbure de surface en chaque point est une surface de Gauss.

D'autre part on peut démontrer que *toute surface de Gauss est un espace compact et convexe qui admet en chaque point p une courbure de surface $k(p)$* identique à la courbure totale. Nous avons donc résolu le problème de M. Menger (1) : caractériser les surfaces de Gauss au sens de la géométrie des espaces distanciés et nous avons obtenu ainsi le théorème suivant :

Pour qu'un espace distancié compact soit une surface de Gauss, il est nécessaire et suffisant qu'il soit convexe et admette une courbure de surface en chaque point (2).

Notre définition de la courbure de surface basée sur la considération des quadruplets de points ne nécessite pas la représentation des points par des coordonnées; elle peut donc servir à introduire simplement et de façon naturelle la courbure totale; d'autre part elle fournit une nouvelle base à la géométrie différentielle des surfaces.

---

(1) *Mathem. Annalen*, **104**, 1931, Chap. II et p. 501 ; *Jahresbericht d. D. M. V.*, **40**, 1931, p. 218.

(2) La démonstration de ce théorème est sous presse dans les *Ergebnisse e. mathem. Kolloquiums*, **7**. Voir aussi cahier **6**, p. 29.

GÉOMÉTRIE. — *Une géométrie métrique duale, fondée sur les espaces de Cartan généralisés.* Note [1] de M. **P. Rachevsky**, présentée par M. Élie Cartan.

1. *Objet de généralisation.* — Considérons une multiplicité de repères à trois dimensions dans un plan elliptique (ou hyperbolique), rapportés à des paramètres x, y, z. Prenons pour repère $R(x, y, z)$ un point M avec une direction m en ce point.

Construisons dans la multiplicité x, y, z des formes différentielles linéaires $\underset{0}{\omega}, \underset{1}{\omega}, \underset{2}{\omega}$ de façon qu'en passant à un R infiniment voisin :

$\underset{0}{\omega} = 0$ signifie que le point M se déplace dans la direction m;

$\underset{1}{\omega}$ exprime la grandeur de ce déplacement de M pour $\underset{0}{\omega} = 0$;

$\underset{2}{\omega}$ exprime l'angle de rotation de m sous la même condition.

Toutes ces définitions laissent arbitraires l'unité de longueur et l'unité d'angle.

D'après leur définition même, $\underset{0}{\omega}, \underset{1}{\omega}, \underset{2}{\omega}$ sont données, à la transformation près,

$$(1)\qquad \underset{0}{\omega} \to \lambda_0 \underset{0}{\omega}, \qquad \underset{1}{\omega} \to \underset{1}{\omega} + \lambda_1 \underset{0}{\omega}, \qquad \underset{2}{\omega} \to \underset{2}{\omega} + \lambda_2 \underset{0}{\omega},$$

où $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2$ sont des fonctions arbitraires de x, y, z.

Il est toujours possible de normaliser les formes $\underset{0}{\omega}, \underset{1}{\omega}, \underset{2}{\omega}$ de façon qu'elles satisfassent aux équations de structure

$$(2)\qquad \underset{0}{\omega}' = [\underset{1}{\omega}\underset{2}{\omega}], \qquad \underset{1}{\omega}' = K_2[\underset{2}{\omega}\underset{0}{\omega}], \qquad \underset{2}{\omega}' = -K_1[\underset{1}{\omega}\underset{0}{\omega}],$$

où K_1 et K_2 sont des constantes qui dépendent de l'unité de longueur et de l'unité d'angle.

2. *Système bimétrique.* — Soient données, dans une multiplicité x, y, z, des formes $\underset{0}{\omega}, \underset{1}{\omega}, \underset{2}{\omega}$ arbitraires définies à une transformation (1) près.

Si le long d'une multiplicité, $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$, $\underset{0}{\omega}$ s'annule identiquement $\left(\underset{0}{\omega} = 0\right)$, *nous appellerons cette multiplicité une courbe;* sous

[1] Séance du 21 octobre 1935.

les conditions du paragraphe 1, les repères enveloppent en effet en ce cas une courbe.

Introduisons, le long de chaque courbe, deux formules fondamentales pour mesurer les distances :

$$ds_1 = \underset{1}{\omega} \tag{3}$$

(avec les hypothèses du paragraphe 1, ce sont les longueurs),

$$ds_2 = \underset{2}{\omega} \tag{4}$$

(avec les hypothèses du paragraphe 1, ce sont les angles).

Examinons la métrique (3) indépendamment de (4); introduisons-y d'abord la notion des lignes nulles, c'est-à-dire des courbes le long desquelles $\underset{1}{\omega} = 0$. Ensuite, à l'aide de (1) et d'une transformation convenable des coordonnées x, y, z, on peut parvenir aux relations

$$\underset{0}{\omega} = dy - z\,dx; \qquad ds_1 = \underset{1}{\omega} = L_1(x, y, z)\,dx.$$

Ainsi, avec des coordonnées spéciales, on a, le long des courbes,

$$\underset{0}{\omega} = dy - z\,dx, \qquad z = \frac{dy}{dx},$$

et la formule pour mesurer les distances

$$ds_1 = L_1(x, y, z)\,dx = L_1\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right)dx$$

est identique à celle de Finsler. Par conséquent, en partant de la métrique ds_1, on peut mesurer (d'après la géométrie de Finsler) l'*angle* $d\theta_1$ que font deux *géodésiques*, c'est-à-dire deux extrémales, tangentes à une courbe en deux points infiniment voisins. Le long de chaque courbe, $d\theta_1$ s'exprimera par une certaine forme linéaire en dx, dy, dz :

$$d\theta_1 = \underset{1}{\tilde{\omega}}, \tag{5}$$

qui sera aussi définie à un terme $+\lambda_1 \underset{0}{\omega}$ près.

On peut procéder de même pour la métrique (4) en passant à des coordonnées spéciales différentes, bien entendu, et en posant

$$d\theta_2 = \underset{2}{\tilde{\omega}}. \tag{6}$$

En normalisant $\underset{0}{\omega}, \underset{1}{\omega}, \underset{2}{\omega}$, on peut obtenir les équations de structure généralisées sous la forme

$$(7)\quad \begin{cases} \underset{0}{\omega}' = \left[\underset{1}{\omega}\underset{2}{\omega}\right] + P_2\left[\underset{2}{\omega}\underset{0}{\omega}\right] + P_1\left[\underset{1}{\omega}\underset{0}{\omega}\right], \\ \underset{1}{\omega}' = \quad K_2\left[\underset{2}{\omega}\underset{0}{\omega}\right] + Q_1\left[\underset{1}{\omega}\underset{0}{\omega}\right], \\ \underset{2}{\omega}' = -K_1\left[\underset{1}{\omega}\underset{0}{\omega}\right] - Q_2\left[\underset{2}{\omega}\underset{0}{\omega}\right], \end{cases}$$

où les coefficients sont des fonctions de x, y, z. Le sens géométrique de ces coefficients s'explique par les formules

$$d\theta_1 \equiv \frac{K_2\, ds_2 + Q_1\, ds_1}{\sqrt{K_2}}, \qquad d\theta_2 \equiv \frac{K_1\, ds_1 + Q_2\, ds_2}{\sqrt{K_1}} \quad [1].$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un opérateur fonctionnel et sur la généralisation des polynomes de Legendre.* Note [2] de M. **A. Kharadzé.**

D'après le théorème de Grace-Heawood, la dérivée de tout polynome du troisième degré, s'annulant pour $z = \pm 1$, a une racine de module inférieur ou égal à $1/\sqrt{3}$. Pour les polynomes réels, la dérivée a donc une racine dans l'intervalle $(-1/\sqrt{3},\ 1/\sqrt{3})$.

M. P. Montel a montré [3] que, si un polynome réel de degré inférieur ou égal à n s'annule pour $z = \pm 1$, sa dérivée a toujours un zéro réel dans l'intervalle $[-\theta(n),\ \theta(n)]$ intérieur à l'intervalle $(-1, 1)$.

M. L. Tschakaloff précisa ce résultat [4] de la manière suivante : pour les polynomes réels de degré au plus égal à $2m$ (ou à $2m-1$), le nombre $\theta(2m) = \theta(2m-1)$ coïncide avec la plus grande racine du polynome $P_m(z)$ de Legendre; l'intervalle $(-\theta, \theta)$ est minimal.

Dans cette Note nous donnons quelques généralisations des résultats précédents. En utilisant un opérateur fonctionnel analogue à l'intégrale définie, nous généralisons le théorème de Grace-Heawood; en généralisant les polynomes de Legendre, nous obtenons un résultat analogue à celui de M. Tschakaloff.

---

[1] Ce système géométrique a été traité par M. Cartan d'un autre point de vue, pour le cas particulier où $ds_2 \equiv d\theta_1$ (et $Q_1 = P_1 = 0$, $K_2 = 1$) (*Mathematica*, 4, 1930, p. 114-136).

[2] Séance du 24 juin 1935.

[3] *Bull. de la Soc. math. Fr.*, **58**, 1930, p. 105.

[4] *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 32.

1. Soit α une racine primitive de l'équation $\zeta^k = 1$ et soit $\mathcal{F}(z)$ une primitive de $f(z)$. Considérons l'opérateur linéaire suivant :

$$\mathrm{I}_b^{(k)} f(z)\,dz = \mathcal{F}(b) + \alpha^{k-1}\mathcal{F}(\alpha b) + \ldots + \alpha\,\mathcal{F}(\alpha^{k-1} b).$$

Si $k=2$, nous avons $\mathrm{I}_b^{(2)} = \int_{-b}^{b} = \mathcal{F}(b) - \mathcal{F}(-b)$. Pour la simplicité, supposons $b=1$; nous aurons le théorème :

Si $f(z)$ est un polynome de degré $(k+1)$, satisfaisant aux conditions $f(\alpha^s)=0$ $[s=0, 1, \ldots, (k-1)]$, la dérivée $f'(z)$ a un zéro de module inférieur ou égal à $1/\sqrt[k]{k+1}$.

Pour $k=2$, nous avons le théorème de Grace-Heawood pour un polynome du troisième degré.

D'un autre côté, par application d'un opérateur analogue,

$$\mathrm{J}_1^{(k)} = \mathcal{F}(1) + \alpha\,\mathcal{F}(\alpha) + \ldots + \alpha^{k-1}\mathcal{F}(\alpha^{k-1}).$$

nous obtenons une autre proposition concernant les racines des dérivées d'ordres supérieurs :

Si le polynome de degré $(2k-1)$ satisfait aux conditions $f(\alpha^s)=0$ $[s=0, 1, \ldots, (k-1)]$, la dérivée d'ordre $(k-1)$ a une racine de module inférieur ou égal à $\dfrac{1}{\sqrt[k]{\binom{2k-1}{k}}}$.

Pour $k=2$, nous avons de nouveau le théorème de Grace-Heawood.

2. Revenons à l'opérateur (1) et posons le problème suivant : *trouver le polynome $Q_n(z)$ de degré n, tel que*

$$\mathrm{I}_1^{(k)} Q_n(z)\,\varphi(z)\,dz = 0$$

pour tous les polynomes $\varphi(z)$ de degré au plus égal à $(n-1)$.

Si n n'est pas de la forme km ou $km+1$, $Q_n(z)$ est identiquement nul ; si $n=km$ ou $km+1$, les polynomes cherchés sont

$$Q_{km}(z) = \frac{1}{k^{2m}(2m)!}\,\mathrm{D}_{(k)}^{km}(z^k-1)^{2m},$$

$$Q_{km+1}(z) = \frac{1}{k^{2m+1}(2m+1)!}\,\mathrm{D}_{(k)}^{km+k-1}(z^k-1)^{2m+1},$$

où $\mathrm{D}_{(k)}^n$ est l'opérateur défini par l'égalité

$$\mathrm{D}_{(k)}^n f = \ldots \frac{d^2}{dz^2}\,\frac{1}{z^{k-2}}\,\frac{d^2}{dz^2}\,\frac{1}{z^{k-2}}\,\frac{d}{dz}\,f,$$

n désigne ici le nombre total de toutes les dérivations et de toutes les divisions par z. Pour $k=2$, on obtient les polynomes de Legendre.

3. Prenons le plan des points correspondant aux racines de l'équation $\xi^k - 1 = 0$ et réunissons-les à l'origine par des rayons. Nous obtenons un *faisceau* discret de segments. Désignons l'ensemble des valeurs de la variable sur le *faisceau* par $[\alpha, \alpha^2, \ldots, \alpha^{k-1}, 1]$; pour $k=2$, $[-1, 1]$ est l'intervalle $(-1, 1)$.

On peut prouver que les polynomes $Q_n(z)$ ont des racines simples, symétriquement disposées sur le *faisceau* $[\alpha, \alpha^2, \ldots, \alpha^{k-1}, 1]$.

Soit θ la plus grande racine positive de polynome $Q_n(z)$ ($n = km$ ou $km+1$); alors les nombres θ, $\alpha\theta$, ..., $\alpha^{k-1}\theta$ définissent un nouveau *faisceau* $[\alpha\theta, \alpha^2\theta, \ldots, \alpha^{k-1}\theta, \theta]$, intérieur et symétrique par rapport au *faisceau* initial.

On peut démontrer que : *pour la famille* $\{f(z)\}$ *des polynomes réels, au plus de degré* $2n$, *dont la dérivée prend des valeurs réelles sur le faisceau* $[\alpha, \alpha^2, \ldots \alpha^{k-1}, 1]$, *il existe une racine de l'équation*

$$f(1) + \alpha^{k-1} f(\alpha) + \ldots + \alpha f(\alpha^{k-1}) = k f'(\xi),$$

sur le faisceau $[\alpha\theta, \alpha^2\theta, \ldots, \alpha^{k-1}\theta, \theta]$.

Pour $k=2$, nous avons le théorème des accroissements finis avec les précisions de M. Tschakaloff.

Remarquons enfin que le polynome $Q_n(z)$ satisfait à l'équation

$$\frac{d}{dz}\left[\frac{z^k-1}{z^{k-2}}\,\frac{dw}{dz}\right] = n(n+1)w,$$

si $n = km$; et à l'équation

$$\frac{d}{dz}\left[(z^k-1)\,\frac{dw}{dz}\right] = n(n+k-1)z^{k-2}w,$$

si $n = km+1$. Pour $k=2$, elles coïncident avec l'équation de Legendre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Problèmes des types de Dirichlet et de Neumann dans certains cas où les données sont discontinues.* Note de M. **Georges Giraud.**

Soit $\omega_0(t)$ une fonction croissante, définie pour toute valeur positive de t. On suppose que $\omega_0(t)\log t/t$ est sommable dans l'intervalle $(0, 1)$; cela équivaut à supposer que les fonctions

$$\omega_1(x) = \int_0^x \frac{\omega_0(t)}{t}\,dt, \qquad \omega_2(x) = \int_0^x \frac{\omega_1(t)}{t}\,dt$$

existent pour toute valeur positive de x.

Soit φ une fonction d'un certain nombre de variables, qui sont regardées comme les coordonnées cartésiennes d'un point. Conformément à nos définitions antérieures [1], nous disons que φ remplit une condition de Dini si, quels que soient les points X et Y, dont la distance est L, on a

$$|\varphi(X) - \varphi(Y)| < Q\,\omega_1(L),$$

où Q est une constante positive.

Considérons, dans l'espace euclidien à m dimensions ($m \geqq 2$), l'ensemble $\mathfrak{M}_m$ d'un nombre fini de points, et les variétés closes $\mathfrak{M}_n$ à $m - n$ dimensions ($n = 1, 2, \ldots, m-1$). On suppose que $\mathfrak{M}_n$ peut être recouvert par un nombre fini de régions, telles que, dans chaque région, les coordonnées d'un point courant puissent être exprimées en fonctions continues et continûment dérivables de $m - n$ paramètres, variables dans un champ borné, et chaque point de $\mathfrak{M}_n$ est *intérieur* à au moins une région; les jacobiens d'ordre $m - n$ ne doivent s'annuler simultanément nulle part; en outre on suppose que les dérivées des coordonnées d'un point de $\mathfrak{M}_1$ (et non des autres $\mathfrak{M}_n$) remplissent des conditions de Dini. Nous entendons par $r_n(X)$ la distance du point X à $\mathfrak{M}_n$ ($n = 1, 2, \ldots, m$).

Dans l'espace euclidien à m dimensions, soit $\mathcal{D}$ un domaine borné, dont la frontière $\mathcal{S}$ remplit les mêmes conditions que $\mathfrak{M}_1$; on suppose que $\mathcal{S}$ n'a aucun point singulier. Soient $a_{\alpha,\beta}(X)$ (α, $\beta = 1, 2, \ldots, m$; $a_{\alpha,\beta} = a_{\beta,\alpha}$) des fonctions d'un point de $\mathcal{D} + \mathcal{S}$; nous supposons que ces fonctions remplissent des conditions de Dini, et que la forme quadratique $\Sigma_{\alpha,\beta}\, a_{\alpha,\beta}(X) z_\alpha z_\beta$ est toujours définie et positive. Soient $b_\alpha(X)$ ($\alpha = 1, 2, \ldots, m$), $c(X)$ et $f(X)$ des fonctions continues en tout point de $\mathcal{D} + \mathcal{S} - \Sigma_n \mathfrak{M}_n$, et telles qu'on ait

$$|b_\alpha| < Q\left[\frac{\omega_0(r_1)}{r_1} + \Sigma_{n\geqq 2}\frac{\omega_1(r_n)}{r_n}\right],$$

$$|c| < Q\left[\frac{\omega_0(r_1)}{r_1} + \frac{\omega_0(r_2)}{r_2^2} + \Sigma_{n\geqq 3}\frac{\omega_1(r_n)}{r_n^2}\right],$$

$$|f| < Q\left[\frac{\omega_0(r_1)}{r_1} + \Sigma_{n\geqq 2}\frac{\omega_1(r_n)}{r_n^n}\right].$$

Nous pouvons considérer, en dehors des $\mathfrak{M}_n$, l'équation

$$(1) \qquad \mathcal{F}u = \Sigma_{\alpha,\beta}\, a_{\alpha,\beta}\frac{\partial^2 u}{\partial x_\alpha\, \partial x_\beta} + \Sigma_\alpha b_\alpha \frac{\partial u}{\partial x_\alpha} + cu = f.$$

---

[1] *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 1001 à 1003. Le dernier paragraphe de cette Note et son renvoi en bas de page sont à supprimer.

Il est possible de généraliser pour cette équation les problèmes des types de Neumann et de Dirichlet. Pour chaque type de problèmes, la fonction u cherchée doit être définie dans $\mathcal{O} + \mathcal{S}$, et elle doit y remplir les conditions suivantes : 1° en tout point de $\mathcal{O} - \Sigma_n \mathfrak{M}_n$, l'équation (1) doit être satisfaite, au moins quand on la prend au sens généralisé (*loc. cit.*); 2° u doit être continu en tout point de $\mathcal{O} + \mathcal{S} - \Sigma_{n\geq 2} \mathfrak{M}_n$; 3° les dérivées de u doivent êtres continues en tout point de $\mathcal{O} - \Sigma_{n\geq 2} \mathfrak{M}_n$; 4° le quotient de u par $-\log r_2 + \Sigma_{n\geq 3} r_n^{2-n}$ doit tendre vers zéro quand cette dernière quantité augmente indéfiniment.

A cela nous devons ajouter une condition à la frontière. Dans le type de Dirichlet, nous assujettissons u à s'annuler en tout point de $\mathcal{S} - \Sigma_{n\geq 2} \mathfrak{M}_n$. Dans le type de Neumann, on donne sur $\mathcal{S}$ deux fonctions ψ et φ, continues en tout point de $\mathcal{S} - \Sigma_{n\geq 2} \mathfrak{M}_n$, et telles qu'on ait

$$|\psi| < Q\left[\frac{\omega_0(r_2)}{r_2} + \Sigma_{n\geq 3} \frac{\omega_1(r_n)}{r_n}\right], \qquad |\varphi| < Q\,\Sigma_{n\geq 2} \frac{\omega_1(r_n)}{r_n^{n-1}};$$

en tout point de $\mathcal{S} - \Sigma_{n\geq 2} \mathfrak{M}_n$, on doit avoir

$$\Theta u = \Sigma_{\alpha,\beta}\, a_{\alpha,\beta}\, \varpi_\beta \frac{\partial u}{\partial x_\alpha} + \psi u = \varphi,$$

au moins si l'on entend Θu dans un sens généralisé; les ϖ_β sont les cosinus directeurs de la normale. Comme dans les cas considérés dans des publications antérieures [1], ces problèmes équivalent à certaines équations intégrales, pour lesquelles on démontre que les théorèmes de Fredholm sont valables. On traite de même les problèmes analogues, relatifs à des domaines pris sur une variété, ou relatifs à la totalité d'une variété close [2].

Ces considérations permettent notamment de perfectionner un résultat annoncé récemment, qui est relatif aux solutions fondamentales de certaines équations du type elliptique [3].

Pour le type de Dirichlet, des hypothèses supplémentaires permettent d'employer les potentiels de double couche; ce procédé permet d'assigner à u, sur $\mathcal{S}$, des valeurs données, continues sans plus, et d'aborder même des cas plus généraux. Il en est ainsi, notamment, dans le cas où les $\partial a_{\alpha,\beta}/\partial x_\beta$ existent et sont, ainsi que c, continus dans $\mathcal{O} + \mathcal{S}$, et où en outre

(1) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 885 à 887.

(2) *Annales de la Société polonaise de mathématiques*, **12**, 1933, p. 35 à 54, spécialement Chapitre I.

(3) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1651 à 1653.

chaque $b_\alpha - \Sigma_\beta \partial a_{\alpha,\beta}/\partial x_\beta$ est la somme d'une fonction dont la dérivée par rapport à x_α existe et est continue dans $\mathcal{D}+\mathcal{S}$, et d'une fonction qui remplit une condition de Dini; on démontre en effet que les fonctions précédemment nommées *solutions fondamentales principales*, peuvent alors être dérivées deux fois de suite, dont une fois par rapport à chacun des deux points (1).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des propriétés caractéristiques de certaines surfaces analytiques.* Note de M. **Pierre Boos**, présentée par M. Gaston Julia.

1. Nous avons indiqué (2) une propriété caractéristique des surfaces de révolution obtenue par la considération de l'aire découpée dans la surface par un plan sécant qui pivote autour d'un point régulier convexe fixe O de cette surface. D'autres éléments de la figure, formée par le plan sécant et la calotte qu'il découpe, permettent de caractériser la surface analytique sur laquelle se trouve le point O; en particulier il est très intéressant d'étudier le volume compris entre le plan et la surface, car cet élément se conserve par des transformations affines.

2. Ces études nous ont conduit à envisager les surfaces déduites d'une surface de révolution par une transformation affine. On peut engendrer ces surfaces en soumettant une courbe aux transformations affines, de déterminant égal à 1, qui forment un groupe continu, maintiennent invariants tous les points d'une droite D et sont telles que les trajectoires des différents points de l'espace sont des ellipses situées dans des plans parallèles à un plan P, et il est naturel d'appeler ces surfaces *surfaces de révolution affine autour de la droite* D *parallèlement au plan* P.

3. Par un procédé analogue à celui indiqué précédemment (2) nous avons pu démontrer que si le volume compris entre un plan sécant et la calotte qu'il découpe ne dépend que du produit de la tangente λ de l'angle des plans sécant et tangent en O par une fonction de l'angle α de la trace du plan sécant avec une direction fixe du plan tangent, la surface est de révolution affine autour de la normale en O parallèlement au plan

(1) Ce dernier résultat semble inédit, même pour le cas où $\omega_0(t)$ se réduit à une puissance de t.

(2) *Comptes rendus,* **198**, 1934, p. 1898.

tangent. Si la fonction de α est une constante, la surface est de révolution (au sens ordinaire).

4. Plus généralement nous avons établi que *s'il existe une droite* D, *passant par un point régulier convexe* O *d'une surface analytique, telle que les volumes compris entre la surface et des plans sécants passant par* O *ne dépendent que de la distance du point* O *au point d'intersection de la droite* D *avec le plan tangent parallèle au plan sécant, la surface est de révolution affine autour de la droite* D *parallèlement au plan tangent en* O. Les plans sécants envisagés forment une suite continue (ainsi d'ailleurs qu'au n° 3) telle que l'angle des plans sécant et tangent en O appartienne à un intervalle non nul comprenant zéro.

Pour démontrer cette propriété nous rapportons la surface à deux axes rectangulaires du plan tangent en O et à la droite D (qui n'est pas nécessairement normale à la surface); l'équation de la surface est de la forme

$$(1) \qquad z = a(x^2 \sin^2\varphi + y^2\cos^2\varphi) + \Sigma\, P_n(x\sin\varphi,\, y\cos\varphi),$$

en désignant par $P_n(x\sin\varphi, y\cos\varphi)$ le polynome homogène contenant tous les termes de degré n qui figurent dans (1). Soit $-a\mu^2$ la cote du point d'intersection de D avec un plan Q tangent à la surface en un point du plan $y = x\operatorname{tang}\beta\operatorname{tang}\varphi$ (β arbitraire), nous cherchons la condition nécessaire et suffisante pour que le volume V, compris entre la surface et le plan parallèle à Q mené par O, soit indépendant de β quel que soit μ. Il suffit pour cela que (1) contienne seulement des puissances de $x^2\sin^2\varphi + y^2\cos^2\varphi$ (donc que la surface soit de révolution affine autour de D). Nous supposons que tous les polynomes P d'indice inférieur à n sont des puissances de $x^2\sin^2\varphi + y^2\cos^2\varphi$ et nous déterminons le polynome P_n en exprimant que le coefficient de μ^{n+2} dans le développement de V est indépendant de β; nous obtenons ainsi la condition nécessaire :

$$P_n(\cos u,\ \sin u) \equiv a_0 + A\cos nu + B\sin nu,$$

a_0, A, B arbitraires, a_0 nul si n est impair. Donc d'après ce terme P_n n'est pas nécessairement conforme à la condition suffisante.

On peut déterminer de proche en proche les polynomes P_n d'indice supérieur à n pour que les puissances de μ supérieures à la $(n+2)^{\text{ième}}$ aient dans V des coefficients indépendants de β, ces polynomes dépendent de A et B; mais lorsqu'on envisage le coefficient de μ^{2n} cette détermination est impossible si A et B ne sont pas tous deux nuls. Donc finalement P_n doit se réduire à la forme prévue par la condition suffisante.

5. La recherche directe du polynome P sous la forme $\Sigma a_j x^j y^{n-j}$ semble difficile. Par comparaison avec le procédé utilisé nous obtenons entre les coefficients du binome des relations qui généralisent celles déjà données (*loc. cit.*); par exemple dans deux cas particuliers, on a

$$n = \frac{C_{2n+1}^{n}}{2^{n-1}} \sum_{q=0}^{E\left(\frac{n-1}{2}\right)} (-1)^q C_n^{2q+1} \frac{C_n^{q+1}}{C_{2n+1}^{2q+2}}, \qquad n+2 = \frac{1}{2^{n-1}} \sum_{q=0}^{E\left(\frac{n}{2}\right)} (-1)^q C_n^q C_{2n+1-2q}^{n+1}.$$

6. En résumé, la recherche de surfaces telles que certaines fonctions de deux variables (attachées à une figure construite à partir de la surface), aient des formes analytiques simples, nous a conduit seulement à des surfaces possédant un groupe continu de transformations en elles-mêmes. Ce résultat doit être rapproché de ceux obtenus dans l'étude des courbes tracées sur une surface [1], des courbes gauches d'un espace non-euclidien de courbure constante [1], des courbes planes ou gauches en géométrie affine (ces derniers seront publiés prochainement) : *la simplicité de la structure des fonctions de deux variables étudiées semble liée à l'existence d'un groupe continu de transformations en elles-mêmes pour les courbes ou les surfaces.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur deux fonctions attachées à une fonction sommable et leur application à la limite des intégrales de Lebesgue.* Note de M. **Paul Flamant**, présentée par M. Gaston Julia.

1. Soit $\varphi(x)$ une fonction non négative sommable sur un ensemble fini mesurable $\mathcal{E}$; son intégrale est la limite de celle de cette fonction tronquée supérieurement à une valeur u quand u tend vers $+\infty$. Cela conduit à considérer l'expression

$$f(\varphi;\, u) = \int_{\mathcal{E}(\varphi > u)} (\varphi - u)\, dx.$$

La répartition des valeurs de x en trois ensembles au moyen des inégalités $\varphi(x) \leqq a$, $a < \varphi(x) < b$, $\varphi(x) \geqq b$, $(a < b)$ permet d'établir aisément la double inégalité

$$-m\mathcal{E}(\varphi > a) \leqq \frac{f(\varphi;\, b) - f(\varphi;\, a)}{b - a} \leqq -m\mathcal{E}(\varphi \geqq b).$$

[1] *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1623 et 2271.

On en conclut que $f(\varphi; u)$ est une fonction décroissante, convexe de u, dont les dérivées sont $-m\mathcal{E}(\varphi \geqq u)$ à gauche et $-m\mathcal{E}(\varphi > u)$ à droite de l'abscisse u. Soit C la courbe représentative $v = f(\varphi; u)$.

2. La continuité absolue de l'intégrale conduit à considérer la borne supérieure des intégrales de φ sur tous les sous-ensembles de mesure donnée t, soit $g(\varphi; t)$. L'ensemble $\mathcal{E}'$ de mesure t où φ prend les plus grandes valeurs est la réunion d'un $\mathcal{E}(\varphi > a)$ et d'une partie de $\mathcal{E}(\varphi = a)$; il correspond à une tangente ou paratingente T de pente $-t$ à la courbe C, a est l'abscisse du point de contact;

$$\int_{\mathcal{E}'} \varphi\, dx = \int_{\mathcal{E}'} (\varphi - a)\, dx + \int_{\mathcal{E}'} a\, dx = f(\varphi; a) + at$$

est l'ordonnée à l'origine de T. La courbe Γ représentant $z = g(\varphi; t)$ s'obtient en transformant C par polaires réciproques par rapport à la parabole $u^2 - 2v = 0$, puis en effectuant une symétrie par rapport à l'origine.

3. Les propriétés de cette transformation que j'ai déjà utilisée (¹) permettent d'affirmer que z est fonction croissante, concave de t et tend vers zéro avec t, ce qui établit par une voie nouvelle la continuité absolue de l'intégrale. En outre, si C est au-dessous d'une courbe C_0 de même nature, Γ est au-dessous de la transformée Γ_0 et réciproquement.

Une famille de fonctions φ sera dite *également sommable* si les $f(\varphi; u)$ sont toutes moindres qu'une même fonction $F(u)$ tendant vers zéro pour u infini, fonction qu'on peut supposer décroissante et convexe. De même l'*égale continuité absolue* des intégrales de Lebesgue, introduite par G. Vitali (²) a lieu lorsque les $g(\varphi; t)$ sont toutes moindres qu'une même fonction $G(t)$ tendant vers zéro avec t; on peut la supposer croissante et concave. On voit alors qu'*il y a équivalence entre l'égale sommabilité des fonctions et l'égale continuité absolue des intégrales*.

Pour des fonctions de signe quelconque, on peut poser

$$f(\varphi; u) = f(|\varphi|; u); \qquad g(\varphi; t) = g(|g|; t),$$

et dire que les conditions sont satisfaites si elles le sont pour la famille des valeurs absolues.

4. Ces notions m'ont conduit au théorème suivant : *Dans une famille de*

(¹) *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2ᵉ série, 52, 1928, 1ʳᵉ partie, p. 79.
(²) *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, 23, 1907, p. 139.

fonctions également sommables ou dont les intégrales ont l'égale continuité absolue, si une suite $\{\varphi_n\}$ *converge en mesure vers la fonction* φ, *cette dernière participe à l'égale sommabilité et son intégrale à l'égale continuité absolue, et l'on a sur tout sous-ensemble mesurable* $\mathcal{G}$ *de l'ensemble* $\mathcal{E}$

$$\int_{\mathcal{G}} \varphi\, dx = \lim_{n \to \infty} \int_{\mathcal{G}} \varphi_n\, dx.$$

Ainsi la convergence en mesure peut être substituée à la convergence en chaque point dans le théorème de G. Vitali (*loc. cit.*) pour les fonctions sommables comme elle l'a été dès sa définition par M. F. Riesz [1] dans le théorème de M. Lebesgue pour les fonctions mesurables bornées.

5. Le résultat suivant :

Les théorèmes sur la limite d'une somme et d'un produit s'appliquent à la convergence en mesure des fonctions mesurables finies presque partout; il en est de même pour la limite d'un quotient quand les fonctions diviseurs sont presque partout différentes de zéro,

permet aisément de voir que :

Pour des fonctions de carrés également sommables, la convergence en mesure et la convergence en moyenne sont équivalentes.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une fonction harmonique liée à un ensemble fermé quelconque de points de l'espace.* Note de M. **F. Leja**, présentée par M. Émile Borel.

1. Soient E un ensemble fermé et borné de points de l'espace à trois dimensions et $p_0, p_1, \ldots, p_n$, n points différents quelconques appartenant à E. Désignons par pq la distance cartésienne de deux points quelconques p et q et posons, pour $n \geq 2$,

$$\mathcal{V}(p_1, p_2, \ldots, p_n) = \sum_{1 \leq j < k \leq n} \frac{1}{p_j p_k}.$$

La fonction $\mathcal{V}(p_1, p_2, \ldots, p_n)$ atteint dans l'ensemble E un minimum qui sera désigné par $\mathcal{V}_n$. MM. G. Pólya et G. Szegö [2] ont démontré que la suite

$$\binom{n}{2} : \mathcal{V}_n \qquad (n = 2, 3, \ldots)$$

---

[1] *Comptes rendus*, **148**, 1909, p. 1303.

[2] G. Pólya et G. Szegö, *Journal f. Math.*, **165**, 1931, p. 4-49.

tend toujours vers une limite, appelée par eux le *diamètre transfini* $d(E)$ de l'ensemble E, et que cette limite est égale à la *capacité* du conducteur formé des points de E [1].

2. Désignons par

$$(1) \qquad p_1^{(n)}, \quad p_2^{(n)}, \quad \ldots, \quad p_n^{(n)}$$

n points de E, tels qu'on ait

$$\mathcal{V}_n = \mathcal{V}(p_1^{(n)}, \ldots, p_n^{(n)}) = \min_{(E)} \mathcal{V}(p_1, \ldots, p_n),$$

et formons la fonction du point variable u que voici :

$$(2) \qquad H_n(u) = \frac{1}{n}\left[\frac{1}{up_1^{(n)}} + \frac{1}{up_2^{(n)}} + \ldots + \frac{1}{up_n^{(n)}}\right].$$

En faisant varier n, on obtient une suite des fonctions

$$(3) \qquad H_2(u), \quad H_3(u), \quad \ldots, \quad H_n(u), \quad \ldots,$$

dont chacune est harmonique dans l'espace entier à l'exception des points correspondants (1).

Désignons par D le plus grand domaine connexe n'ayant pas des points communs avec E et s'étendant vers l'infini. Il est clair que toutes les fonctions (3) sont harmoniques dans D. Or on peut démontrer ce que voici :

Si le diamètre $d(E)$ *est positif :* 1° *la suite* (3) *tend en dehors de* E *et, en particulier, dans le domaine* D *vers une limite finie*

$$(4) \qquad H_n(u) \to H(u) \quad \text{pour} \quad n \to \infty;$$

2° *la convergence est uniforme dans chaque domaine fermé et borné extérieur à* E.

La démonstration de ce théorème étant assez longue je me borne à indiquer deux lemmes sur lesquels elle peut être basée. Considérons $n+1$ points différents quelconques $p_0, p_1, \ldots, p_n$ de l'ensemble E et posons

$$G_n^{(j)} = (u; p) = \frac{1}{n}\left[\sum_{k=0}^{n}\left(\frac{1}{p_j p_k} - \frac{1}{up_k}\right)\right] \qquad (k \neq j),$$

$$G_n(u) = \min_{(p_\nu \varepsilon E)}\left\{\max_{(j)} G_n^{(j)}(u; p)\right\}.$$

---

[1] On doit à M. Szegö un résultat analogue concernant les ensembles plans (*Math. Zeitschr.*, 21, 1924, p. 203-208).

Par définition, $G_n(u)$ est la borne inférieure de la plus grande des valeurs $G_n^{(j)}(u;\,p)$ $(j=0,\,1,\,\ldots,\,n)$, lorsque u étant fixe les points $p_0, p_1, \ldots, p_n$ parcourent l'ensemble E. On démontre que, quels que soient les entiers m et $n=1, 2, \ldots$, on a, en chaque point u,

$$(m+n)\,G_{m+n}(u) \geqq m\,G_m(u) + n\,G_n(u).$$

d'où l'on conclut que, quel que soit u, il existe la limite

$$G_n(u) \to G(u) \quad \text{pour} \quad n \to \infty. \tag{5}$$

Pareillement, on peut prouver que, si l'on pose

$$\delta_n^{(j)}(p) = \frac{1}{n}\left[\sum_{k=0}^{n} \frac{1}{p_j p_k}\right] \qquad (k \neq j),$$

$$\delta_n = \min_{(p_\nu \in E)} \left\{ \max_{(j)} \delta_n^{(j)}(p) \right\},$$

la suite $\{\delta_n\}$ tend vers une limite

$$\delta_n \to \delta \quad \text{pour} \quad n \to \infty. \tag{6}$$

Or notre théorème peut être déduit des lemmes (5) et (6) [1].

3. La fonction-limite $H(u)$ jouit des propriétés remarquables que voici : D'abord il est facile à voir qu'elle est harmonique dans le domaine D et que

$$\lim H(u) = 0 \quad \text{pour} \quad u \to \infty.$$

D'autre part, on peut prouver que, si u tend vers la frontière de D en restant dans ce domaine et si E est un ensemble convexe, on a

$$\lim H(u) = \delta = \frac{1}{d(E)}. \tag{7}$$

Il est très probable que la propriété (7) reste vraie dans des cas où E est un ensemble beaucoup plus général.

---

[1] On trouvera un raisonnement analogue dans mon travail sur les ensembles fermés plans (*Ann. de la Soc. polon. de Mathém.*, 12, 1934, p. 57-71).

ÉLASTICITÉ. — *Sur les équations d'équilibre des surfaces minces.* Note de M. **Léon Beschkine**, présentée par M. Émile Jouguet.

I. Soit une membrane $z = f(x, y)$ (axes rectangulaires); X, Y, Z les composantes des forces extérieures par unité de surface projetée; ν_1 et ν_2 les composantes (prises pour l'épaisseur de la membrane) des contraintes projetées, parallèles respectivement à Ox, Oy, agissant sur des unités de section projetées, parallèles respectivement à Oy, Ox; τ la composante parallèle à xOz (ou yOz) de la contrainte agissant sur l'unité de section parallèle à xOz (ou yOz). Par ailleurs, nous adoptons les notations classiques de la théorie des surfaces.

Posant

$$X = \frac{\partial \xi}{\partial x}, \qquad Y = \frac{\partial \eta}{\partial y},$$

$$\nu_1 = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \xi, \qquad \nu_2 = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \eta, \qquad \tau = -\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x\, \partial y},$$

la fonction Φ d'Airy relative au problème général des membranes est définie par l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} - 2\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x\,\partial y} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} = Z - \frac{\partial(\xi p)}{\partial x} - \frac{\partial(\eta q)}{\partial y}. \tag{1}$$

Suivant la nature des conditions aux limites (rives de la surface), le problème est défini par (1) ou nécessite l'introduction des déformations.

Les rives de la surface peuvent être de trois sortes :

1. rives complètes : toute réaction peut être appliquée à la rive ;
. rives libres : la réaction sur la rive doit être nulle ;
3. rives mixtes : une certaine relation est imposée entre les composantes normale et tangentielle de la réaction sur la rive.

L'étude de l'équation (1) fournit les résultats suivants :

Pour que le problème soit déterminé par (1) seulement :

1° Si la surface est à courbures dans le même sens (problème elliptique), toutes les rives doivent être du type 3.

2° Si la surface est à courbures opposées (problème hyperbolique), d'une manière générale, il faut au moins un élément de rive du type 1 et un élément de rive du type 2, le reste des rives étant du type 3.

Les asymptotiques de la surface sont les caractéristiques de l'équa-

tion (1). Le problème est résolu par l'étude d'un *problème mixte*, très rarement par l'étude d'un problème de Cauchy.

3° Si la surface est développable (problème parabolique), des deux rives rencontrées par une génératrice, l'une doit être du type 1 et l'autre du type 2, ou toutes deux du type 3.

Si le problème est indéterminé (nombre de conditions aux limites insuffisant) il est résolu par application du théorème de Castigliano.

L'expression du potentiel est (e épaisseur de la membrane, ε module d'Young, σ coefficient de Poisson) :

$$\Pi = \int\int_S \frac{1}{\varepsilon e}\left[\sqrt{1+p^2+q^2}(\tau^2-\nu_1\nu_2)(1+\sigma) + \frac{1}{2}\frac{[2\tau pq+\nu_1(1+p^2)+\nu_2(1+q^2)]^2}{\sqrt{1+p^2+q^2}}\right]dx\,dy.$$

La solution générale de (1) répondant aux conditions aux limites (incomplètes) doit rendre π minimum.

II. Surfaces à courbures inverses définies par leurs asymptotiques (u, v); le problème est résolu par les équations suivantes :

Soient :
α l'angle des asymptotiques;
R_1, R_2 leurs rayons de courbure;
F_n la projection sur la normale de la résultante F des forces extérieures par unité de surface;
(F_u, F_v, F_w) les composantes de F suivant les directions asymptotiques et l'intersection w des plans asymptotiques aux lignes de courbure au point considéré;
n_1, n_2, t les composantes unitaires des contraintes appliquées à un parallélogramme (du, dv) et décomposées parallèlement à ses côtés.

On a

$$te = F_n\frac{H^2}{2D'},$$

et, posant

$$\mu_1 = n_1 e\sqrt{G}, \qquad \mu_2 = n_2 e\sqrt{E}, \qquad \theta_1 = te\sqrt{E}, \qquad \theta_2 = te\sqrt{G},$$

on obtient

$$\frac{\partial\theta_1}{\partial v} + \frac{\partial\mu_1}{\partial u} - \frac{\mu_1}{R_1}\frac{1}{\operatorname{tang}\alpha} + \frac{\mu_2}{R_2}\frac{1}{\sin\alpha} = F_u H,$$

$$\frac{\partial\theta_2}{\partial u} + \frac{\partial\mu_2}{\partial v} - \frac{\mu_2}{R_2}\frac{1}{\operatorname{tang}\alpha} + \frac{\mu_1}{R_1}\frac{1}{\sin\alpha} = F_v H.$$

Dans le cas de surfaces simplement réglées, le problème est résolu par

intégration d'une équation différentielle du premier ordre et une quadrature.

Dans le cas de surfaces doublement réglées (quadriques) le problème revient à deux quadratures :

$$\mu_1 = \int_a^u \left(F_u H - \frac{\partial \theta_1}{\partial v} \right) du + \lambda'(u), \qquad \mu_2 = \int_b^v \left(F_v H - \frac{\partial \theta_2}{\partial u} \right) dv + \lambda''(u).$$

L'expression du potentiel interne est, dans ce mode de représentation :

$$\Pi = \int\int_S \frac{e}{\varepsilon} \left\{ H(t^2 - n_1 n_2)(1+\sigma) + \frac{2}{H}\left(tF + \frac{n_1 + n_2}{2}\sqrt{EG} \right)^2 \right\} du\, dv.$$

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la mise en évidence des faibles différences d'indice dans les milieux liquides et sur leur application à l'étude des mouvements d'eau créés par la nage des Poissons par exemple.* Note de MM. **Antoine Magnan** et **Claude Magnan**, présentée par M. Henri Villat.

Cherchant à étudier les déplacements au sein des liquides et en particulier de l'eau, nous avons à cet effet utilisé la méthode du miroir que A. Magnan avait déjà réalisé et appliqué à la détermination optique des mouvements gazeux (1).

Pour cela nous nous sommes servis d'une lampe pointolite de 200 bougies placée sur l'axe principal d'un miroir concave et argenté, de 3^m de rayon de courbure et de 30^{cm} de diamètre. Les images étaient reçues par l'objectif d'un cinématographe. La cuve contenant le liquide à examiner était montée sur un support près de la surface réfléchissante du miroir; cette cuve était à faces parallèles et avait comme dimensions : $12^{cm} \times 12^{cm} \times 2^{cm},5$.

Avec ce dispositif, nous avons effectué une série d'expériences avec enregistrements cinématographiques. Quatre d'entre elles feront l'objet de la présente Note.

Nous avons tout d'abord trempé dans la cuve pleine d'eau distillée à 20° C. un fil de platine de 1/200e de millimètre de diamètre et de $1^{cm},5$ de longueur, chauffé par une batterie de 16 volts. A un certain moment, l'image du fil chaud se recouvre d'un bourrelet noir correspondant à la zone d'échange de chaleur entre le fil et l'eau. De ce dernier monte alors

(1) A. Magnan, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 999.

bientôt une colonne verticale brillante, à aspect laminaire, dont la partie frontale est une parabole à axe vertical et à concavité tournée vers le bas (*fig.* 1 de la planche ci-contre). Cette colonne qui s'élève évidemment d'autant plus vite que la température du fil devient plus grande et finalement atteint la surface de l'eau en conservant sa partie frontale, laquelle s'étale un peu (*fig.* 2), est très sensible aux déplacements du liquide dans son voisinage; elle diffuse facilement dans les régions voisines d'elle sous l'action d'un de ces déplacements et reproduit alors fidèlement les aspects invisibles et d'ensemble du liquide. On peut d'ailleurs régler la température du fil de façon à rendre faible la vitesse ascensionnelle de la colonne d'eau chaude rendue visible et de manière à ce que les mouvements qui se produisent dans le sein de l'eau de la cuve se voient nettement grâce aux filets d'eau chaude.

L'expérience a été étendue au cas de l'écoulement de fluides froids dans une masse liquide à température un peu supérieure.

C'est ainsi que nous avons immergé un petit morceau de glace dans la cuve d'eau à une température de 20°C. Nous avons obtenu par cette opération des phénomènes très brillants et facilement cinématographiables (*fig.*3). On perçoit nettement les filets ou les nappes d'eau froide coulant vers le fond en même temps que les tourbillons qui accompagnent la fusion du bloc irrégulier de glace.

Nous avons cherché aussitôt à utiliser la sensibilité de cette méthode aux faibles différences d'indice pour mettre en évidence les mouvements d'eau au voisinage d'un poisson en nage libre.

Nous avons mis à cet effet une petite espèce de poisson exotique dans l'eau de la cuve dans laquelle était placé à la partie inférieure un fil chaud de 1/200ᵉ de millimètre de diamètre. Au moment où l'animal traverse la colonne montante d'eau chaude, les filets de cette dernière entraînés par le déplacement du poisson ou par le mouvement de ses nageoires permettent d'étudier le spectre hydrodynamique dans son voisinage.

Nous nous sommes ainsi rendu compte que les nageoires ventrales projettent de l'eau vers le bas et un peu en arrière (*fig.* 4). La nageoire caudale envoie par contre avec force de l'eau vers l'arrière.

On voit en effet la colonne chaude qui est rabattue par le coup de queue et dont les filets se placent dans le prolongement de l'axe du corps du poisson quand celui-ci avance (*fig.* 5). Au contraire, lorsque le battement de la caudale se produit sur place, il apparaît des tourbillons très nets à l'arrière de l'animal (*fig.* 6).

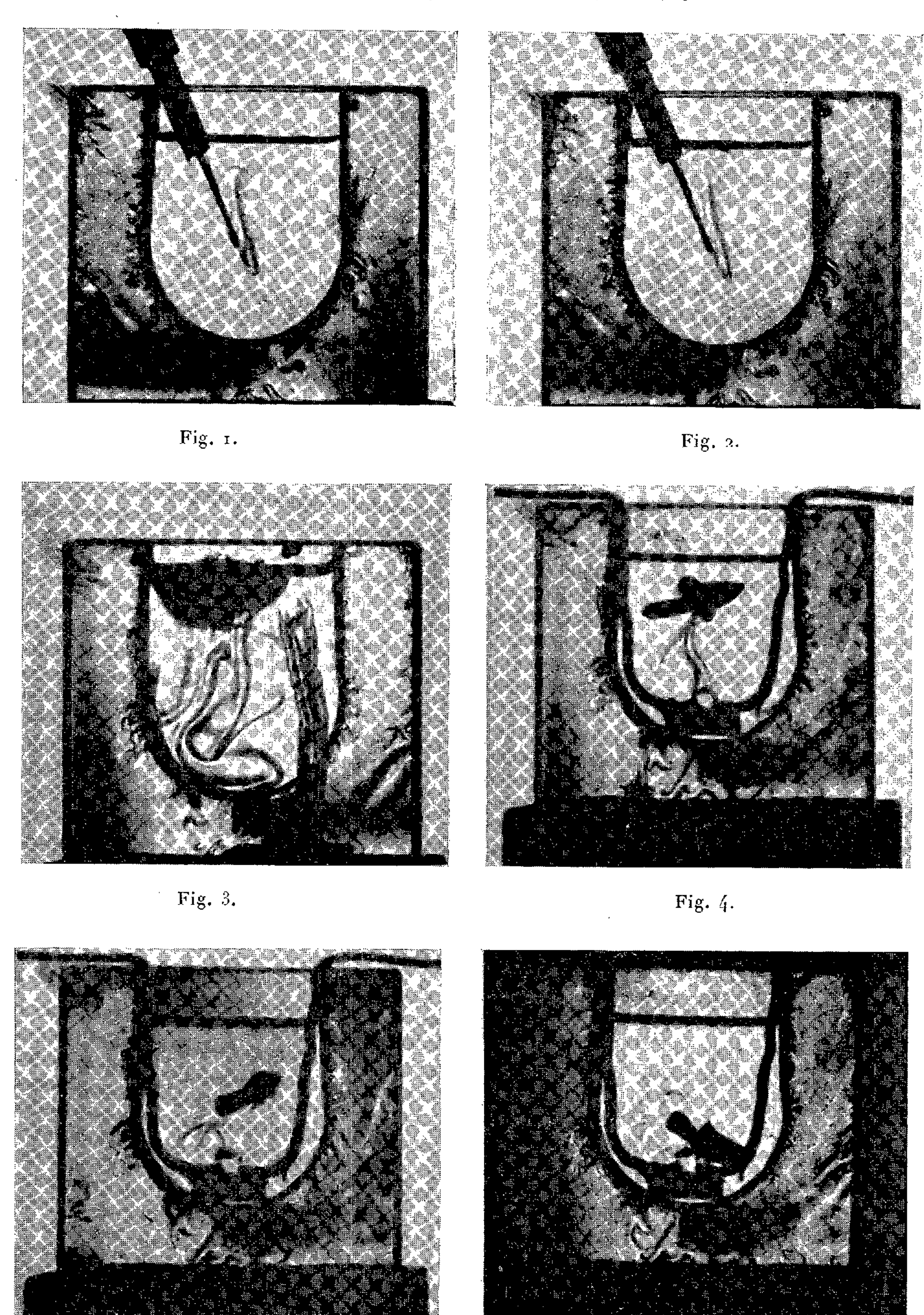


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig 6.

AÉRODYNAMIQUE. — *Fonctions caractéristiques d'une aile cantilver (résistance en flexion).* Note de M. **Pierre Ernest-Mercier**, présentée par M. Paul Langevin.

Nous nous limitons au cas usuel où les bords de chaque demi-aile sont rectilignes, et où la surface de l'aile est une surface réglée obtenue en joignant les points homologues de deux profils correspondant respectivement à la section encastrée et à la section terminale de ladite demi-aile.

La demi-aile est alors caractérisée par ses deux profils extrêmes et en plan, par la convergence de ses bords. Cette convergence peut être définie par un paramètre t sans dimension, égal au rapport de l'envergure de la demi-aile à la distance du point de convergence de ses bords à sa section d'encastrement.

On suppose que le ou les longerons de l'aile partagent les profils successifs dans un même rapport et sont de même hauteur. La généralisation est aisée. L'épaisseur relative des profils est alors prise au niveau du ou des longerons.

On s'est proposé de déterminer les fonctions définissant les poids d'âmes, de semelles, et de flèches du ou des longerons constituant l'ossature de l'aile, ces éléments étant supposés calculés pour être d'égale résistance dans le cas d'une flexion sans torsion.

Le poids des âmes w est alors donné (en tenant compte de la correction de l'effort tranchant dû à l'obliquité des semelles tendues et comprimées) par

$$W = \frac{k_1 s^{\frac{3}{2}} \lambda^{\frac{1}{2}}}{3 r_2 (2t - 1)} \left[-\frac{3}{2} t + \frac{2}{3} - \frac{1}{\theta}\left(\frac{1}{2} - 3t\right) - \frac{1}{\theta^2} + \left(3t - 2 + \frac{3t}{\theta^2} - \frac{1}{\theta^3} - \frac{6t-3}{\theta}\right) L(1-\theta)\right],$$

où k_1 désigne la charge alaire, t représente le paramètre de forme en plan, θ le facteur de décroissance des épaisseurs absolues — θ est lié au rapport μ des épaisseurs relatives extrêmes par la relation

$$\theta = \frac{t(\mu - 1) + 1}{t\mu};$$

λ représente l'allongement géométrique de la demi-aile, S la surface de la demi-aile, r_2 la fatigue de cisaillement des âmes supposée uniforme.

Dans les mêmes conditions le volume des semelles s'écrit

$$V = \frac{k_1 \lambda^{\frac{3}{2}} S^{\frac{3}{2}}}{6 r_1 t k_2 \theta} \left\{ \frac{1}{3} + \frac{1 - 3t\theta}{2\theta} + \frac{(6t-3)\theta^2 + 1 - 3t\theta}{\theta^2} - L(1-\theta) \left[3t - 2 + \frac{3t\theta - (6t-3)\theta^2 - 1}{\theta^3} \right] \right\},$$

où r_1 désigne la fatigue uniforme admise dans les semelles.

Enfin la flèche y, à l'extrémité de l'aile, s'écrit

$$y = \frac{r_1 \lambda^{\frac{3}{2}} S^{\frac{1}{2}}}{E k_2} \frac{(2t-1)}{t\theta^2} [(1-\theta) L(1-\theta) + \theta] + \frac{r_2}{G} \sqrt{\lambda S},$$

où E et G désignent respectivement le module d'élasticité des semelles et le module de cisaillement des âmes.

Enfin les fonctions précédentes peuvent être appliquées à l'étude comparée des ailes de mêmes qualités aérodynamiques, par la considération de l'épaisseur relative moyenne, à laquelle se trouve généralement lié le C_x minimum de l'aile.

Cette valeur moyenne de l'épaisseur relative a pour expression

$$e = k_2 \frac{[t(\mu+1) - 1]}{\mu(2t-1)}.$$

L'ensemble des fonctions caractéristiques précédentes permet la discussion complète des poids de construction et des avantages comparés des ailes cantilver de forme quelconque soumises à la flexion pure.

Suivant le mode de construction et le choix des profils l'échantillonnage de la structure résistante de telles ailes peut d'ailleurs subir des modifications entraînées par la considération des efforts de torsion et de traînée.

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Étude de l'écoulement de l'air autour d'une aile d'avion : phénomènes marginaux.* Note (1) de M. **Jacques Valensi**, présentée par M. Henri Villat.

Nous appliquons à l'aile la méthode de visualisation que nous avons mise au point au cours de notre étude sur les hélices aériennes (2). Rappelons

(1) Séance du 12 novembre 1935.

(2) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1639 et 199, 1934, p. 634.

qu'il s'agit de l'observation et de photographies (en soufflerie) de fumées, à l'aide d'éclairages particuliers : éclair instantané du stroborama et éclairage continu laminaire.

Les photographies des figures 1 et 2 montrent en particulier sous quel aspect apparaît le tourbillon issu de l'une des extrémités d'une aile d'avion, pour une incidence de l'aile voisine de l'incidence de portance maximum.

Dans la photographie 1 (faite à l'éclair du stroborama), on aperçoit

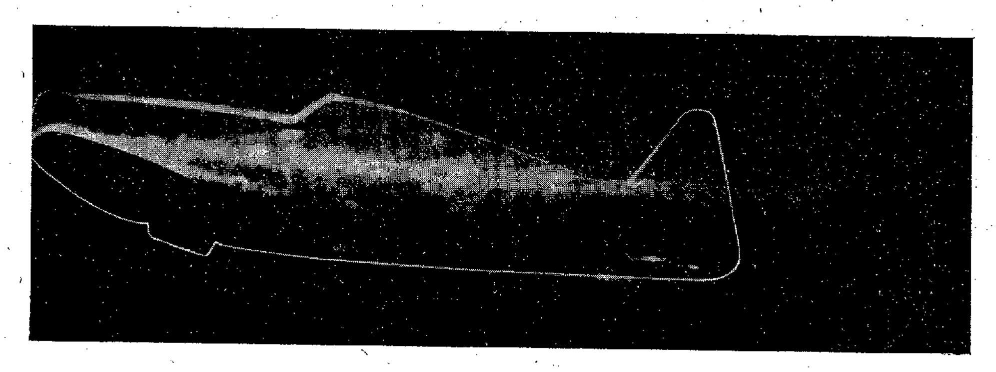


Fig. 1.

très nettement un tube qu'en première approximation on peut considérer comme un cylindre de révolution et d'axe parallèle à la vitesse du courant d'air dans la zone non troublée par l'aile.

Ce tube prend naissance dans la région du bout de l'aile la plus éloignée du fuselage, et sur l'extrados; on le voit subsister aussi loin qu'il est possible de le suivre, soit jusqu'au ventilateur de la soufflerie (parcours d'une dizaine de mètres dans le cas présent). Il se trouve d'ailleurs à cette incidence très au-dessus du sillage de l'aile, sillage qui passe au-dessous de l'empennage horizontal de l'avion.

Le tube ainsi révélé constitue le *noyau proprement dit* du tourbillon marginal. Les particules fluides de ce noyau sont en rotation autour de son axe; cette rotation se met très aisément en évidence à l'aide d'un moulinet dont le diamètre est inférieur à celui du noyau; le moulinet n'entre en rotation que lorsque son axe coïncide avec l'axe du noyau.

Les particules fluides voisines du tube, s'enroulent autour de ce tube. La photographie 2 (faite à l'éclair du stroborama) met en évidence en particulier cet enroulement pour des particules fluides qui ont touché l'aile sur l'extrados et à l'extrémité de l'aile en avant de l'origine du noyau; on

aperçoit des spires d'hélices géométriques de faible pas tracées sur un cône de révolution ayant pour axe l'axe du noyau.

Ces spires sont d'ailleurs des lignes d'émission et non des trajectoires fluides.

Si l'on observe la fumée à l'aide d'un éclairage continu luminaire, on aperçoit comme précédemment et *aussi nettement*, le noyau cylindrique et

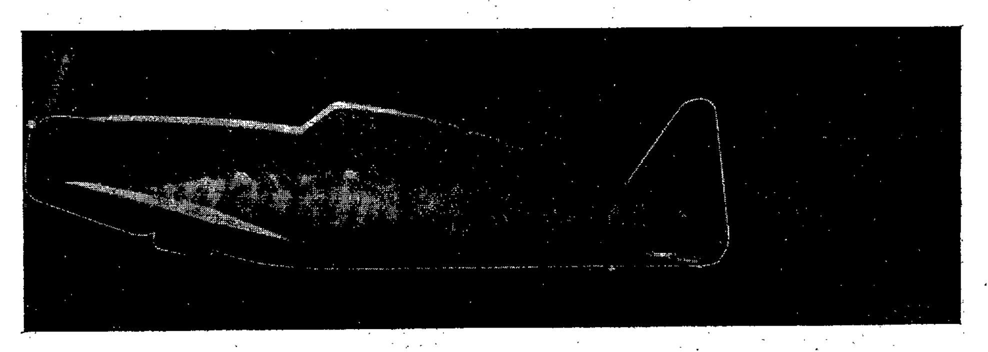


Fig. 2.

autour de ce noyau des hélices coniques de *grand pas*; ces hélices sont des trajectoires fluides.

Les trajectoires et les lignes d'émission ne coïncidant pas, *le mouvement au voisinage du noyau tourbillonnaire n'est pas stationnaire*, les aspects de la figure 2 semblent devoir permettre de conclure qu'il est périodique.

Précisons que le sens de la rotation du noyau, de même que le sens de l'enroulement est celui prévu par la théorie de l'aile d'envergure limitée.

Les photographies 1 et 2 ont été exécutées au cours d'une étude entreprise cet été. La maquette utilisée est une maquette d'un avion monoplan de $1^{m}20$ d'envergure; on aperçoit sur les photographies le contour apparent de la maquette qui a été souligné à la gouache. Dans la photographie 1 l'aile se voit en bout; dans la photographie 2 l'aile est vue par-dessous.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les températures de couleur des étoiles.* Note [1] de M. **Daniel Barbier**, présentée par M. Ernest Esclangon.

1. On appelle température de couleur d'une source à spectre continu pour une certaine longueur d'onde, la température du corps noir dont la répartition d'énergie est tangente pour la longueur d'onde considérée à celle de la source. Une donnée équivalente à la température de couleur T est le gradient G défini par

$$G = \frac{d \log I}{d \frac{1}{\lambda}},$$

I étant l'intensité du spectre continu.

Pour deux sources a et b on a

$$G_a - G_b = \frac{c_2}{T_a}\left(1 - e^{-\frac{c_2}{\lambda T_a}}\right)^{-1} - \frac{c_2}{T_b}\left(1 - e^{-\frac{c_2}{\lambda T_b}}\right)^{-1}$$

avec $c_2 = 1,432$, T_a et T_b étant les températures de couleur des deux sources. Une erreur sur la température de couleur de la source étalon introduit la même erreur dans les gradients de toutes les étoiles ou dans les quantités

$$\varphi = \frac{c_2}{T}\left(1 - e^{-\frac{c_2}{\lambda T}}\right)^{-1}.$$

Dans la pratique étant donné la faible précision des mesures dont on dispose on peut regarder T comme indépendant de λ [2].

2. Les nombreuses mesures effectuées jusqu'à ce jour sont relatives à une source de température mal définie ou même complètement arbitraire. Nous nous sommes proposé de les ramener à un système uniforme : celui de Greaves, Davidson et Martin [3]. Les mesures utilisées proviennent de : Rosenberg, Wilsing Sheiner Münsch, H. Plaskett, Yü, Hogg, Storer, Gerasimovič, Gerasimovič et Payne, Miss Williams, Öhman, Sampson, Greaves Davidson Martin, Strassl, Jensen, Karpov, R. C. Williams, Thorndike, Barbier Chalonge Vassy. Elles se rapportent uniquement à des étoiles brillantes ou aux Pléiades.

---

(1) Séance du 12 novembre 1935.

(2) Les valeurs de φ que nous donnons se rapportent à $\lambda = 0,500$.

(3) *Coulour Temperatures*, Greenwich, 1932 et *Monthly Notices*, 94, 1934, p. 488.

Pour la plupart de ces séries les valeurs de φ ne diffèrent que par une constante indépendante de T. Pour quelques-unes il n'en est pas ainsi; cette circonstance est attribuée à l'influence des raies (dispersion trop faible ou images extrafocales). L'intercomparaison de toutes ces séries permet l'établissement d'un catalogue, qui peut être considéré comme homogène, contenant 367 étoiles brillantes et 57 Pléiades. Pour les étoiles brillantes (sauf Pléiades) on obtient le tableau suivant donnant la température de couleur des différents types spectraux

O......	19500	A_0......	17000	gF_8...	6800	gK_0....	5000
B_0......	19000	A_2......	13500	dF_8....	7800	dK_0....	6200
B_1, B_2....	19500	A_3, A_5....	12500	gG_0....	5600	gK_2....	4400
B_3......	21000	F_0, F_2....	12500	dG_0....	7000	gK_5....	3900
B_5......	21000	gF_5......	7900	gG_5....	5400	dK_5....	4600
B_8, B_9....	19000	dF_5......	8000	dG_5....	6700	gM....	3600

Ce tableau est assez différent de ceux basés sur les anciennes mesures de Wilsing Scheiner Münsch et Rosenberg. Pour les Pléiades, il semble que les températures de couleur soient sensiblement les mêmes quoique le raccordement avec les autres étoiles soit difficile à assurer. Signalons encore que la corrélation entre les températures et magnitudes absolues n'est pas très considérable pour les naines ou pour les géantes prises séparément.

3. Les étoiles pour lesquelles les mesures sont les plus cohérentes se trouvent au voisinage du type A_0 (minimum du nombre des raies). Voici la liste de celles observées par quatre observateurs au moins et pour lesquelles l'erreur sur φ est inférieure à 0,02.

★	17 Tau.	γ Gém.	α CMa.	α Gém.	α Leo.	β UMa.	β Leo.	γ UMa.
φ	0,90	1,09	1,00	1,04	0,94	0,98	1,15	1,00

★	α CVn.	η Boo.	γ Boo.	α Lyr.	ζ Aql.	δ Cyg.	α Aql.
φ	0,98	2,11	1,42	0,99	1,04	0,98	1,40

Ces étoiles peuvent être utilisées comme étalons secondaires.

4. Comparons maintenant les températures de couleur moyenne des divers types spectraux à leurs températures d'ionisation [1]. On constate que les écarts faibles entre B_0 et B_5 croissent et passent par un maximum vers $A_0 A_5$ pour redevenir petits pour les types plus avancés que F_5.

---

[1] Miss C. H. PAYNE, *Stellar atmospheres*, Cambridge, 1925, p. 139.

La marche de ces écarts est sensiblement parallèle à celle de l'intensité des raies de Balmer. Nous pensons que l'affaiblissement des températures d'ionisation entre B_5 et F_5 provient de la grande valeur de l'absorption continue faisant suite à la série de Lyman qui a pour effet de diminuer la *qualité* du rayonnement et par suite de diminuer l'ionisation.

5. La comparaison des températures de couleur avec les températures obtenues d'après la théorie de Zanstra par Mohler (¹) montre un accord aussi satisfaisant que possible pour les dix étoiles communes. Ceci est à la fois une vérification de la validité de la théorie de de Zanstra pour ces astres et une preuve de ce que leur rayonnement diffère peu de celui du corps noir.

De nouvelles mesures de températures de couleur étant en cours nous attendons leur publication pour établir un catalogue moins provisoire que celui qui vient d'être analysé.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *La cohérence des vibrations dans la résonance optique.* Note de M. **Paul Soleillet**, transmise par M. Pierre Weiss.

C'est un fait connu que l'on peut calculer la polarisation de la lumière émise par résonance optique, à partir des probabilités de passage, chaque fois qu'il est permis de considérer comme incohérentes les vibrations qui correspondent aux diverses raies de décomposition d'une raie de structure hyperfine par le champ magnétique. Il en est ainsi si le champ magnétique est assez fort pour provoquer un écartement de ces raies supérieur à leur largeur naturelle. Il en est de même, le champ étant nul, quand les conditions d'excitation sont particulières (vibration circulaire ou rectiligne).

Nous avions montré (²), à partir de ces résultats et par des considérations de symétrie, qu'on pouvait calculer la polarisation pour des conditions quelconques d'excitation dans un champ nul. Or les résultats du calcul ne peuvent s'interpréter qu'en imaginant une certaine cohérence entre les diverses vibrations émises dans un champ évanouissant de direction arbitraire.

D'une façon plus précise, faisons correspondre une vibration à chaque processus complet : passage du niveau initial au niveau excité par absorp-

(¹) *Publ. Michigan Obs.*, 5, 1933, p. 43.

(²) *Annales de Physique*, 12, 1929, p. 23.

tion d'un quantum, passage du niveau excité au niveau final par émission d'un quantum (le niveau final n'est pas nécessairement le même que le niveau initial dans le cas de la résonance généralisée). Nous avons trouvé que seules peuvent être cohérentes deux vibrations correspondant au départ d'un même niveau de décomposition magnétique du niveau initial pour aboutir à un même niveau de décomposition du niveau final (vibrations dites de même départ et arrivée). Cette cohérence est en liaison étroite avec celle des trois composantes de la vibration d'excitation, suivant les trois types de vibration de même axe que le champ. En fixant d'une façon précise cette liaison, il est possible de retrouver quantitativement tous les résultats prévus.

Il est possible de traiter également le cas d'un champ faible et l'on aboutit au résultat que, dans le cas d'une excitation quelconque, tout se passe comme si l'ensemble des vibrations émises effectuait, entre l'instant de l'excitation et celui de l'émission, une rotation autour du champ magnétique égale à g fois la rotation normale de Larmor, g étant le facteur de Landé pour la composante hyperfine considérée du niveau excité, la durée de vie à l'état excité obéissant à une loi exponentielle de probabilité.

Une généralisation de la théorie a été enfin faite en ce qui concerne le cas d'une émission due à une excitation par échelons. Nous avons pu, par des considérations de symétrie dans le champ nul, établir les formules qui donnent la polarisation de la radiation émise en fonction de celle de chacune des deux radiations excitatrices (vibrations coaxiales ou tout à fait quelconques) et ramener à 11 le nombre des constantes indépendantes qui y figurent. Ces lois, bien qu'assez compliquées (il y a en principe $9^3 = 729$ coefficients, dont heureusement un assez grand nombre est nul), s'interprètent facilement si l'on imagine que dans un champ évanouissant les seules vibrations qui peuvent être cohérentes sont celles de même départ et arrivée et en liant cette cohérence avec celle des composantes, de même axe que le champ, de chacune des radiations excitatrices.

Ce travail, qui va être publié en détail prochainement, met en évidence l'importance de l'argument à côté de celle du module des quantités dont s'occupent les théories quantiques.

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination de la résistance de contact métal-oxyde cuivreux.* Note de M. **Jean Roulleau**, présentée par M. Jean Perrin.

L'effet redresseur et l'effet photoélectrique de contact entre métal et semi-conducteur ont été rattachés, par certains auteurs [1], à la présence d'une couche mince, très peu conductrice, localisée à la limite de séparation du métal et du semi-conducteur. On doit donc s'attendre, dans ces conditions, à ce que cette pellicule isolante se manifeste par l'existence d'une résistance de contact; c'est ce qu'Auwers et Kerschbaum [2] ont pu mettre en évidence, en mesurant, pour un éclairement donné, la tension e_∞ produite par la cellule en circuit ouvert, et le courant de court-circuit I_0; la résistance de contact ρ a pour valeur, d'après leur conception du phénomène $\rho = e_\infty/I_0$. Cette méthode de mesure présente un grand avantage de simplicité, mais, en revanche, elle possède les deux inconvénients de reposer sur des hypothèses incertaines, d'une part, et d'autre part, de ne s'appliquer qu'au cas où le circuit extérieur destiné à mesurer I_0 est de résistance négligeable (une fraction si considérable du semi-conducteur fonctionne comme résistance extérieure que, même en admettant pour celle-ci une résistivité beaucoup plus faible que celle de la couche de contact hypothétique, cette condition n'est jamais réalisée).

Aussi m'a-t-il paru intéressant de mesurer la résistance de contact par une méthode directe et générale : j'ai, à cet effet, préparé des cellules à l'oxyde cuivreux de la façon suivante : une plaque de cuivre électrolytique est oxydée, dans les conditions habituelles, jusqu'à disparition complète du métal. Après refroidissement la couche superficielle de CuO est détruite par grattage à la toile émeri; puis, par pulvérisation cathodique d'or on forme deux minces bandes-électrodes sur les deux bords opposés d'une même face. L'autre face est recouverte, sur la partie centrale seulement, d'une mince bande-électrode obtenue de la même manière ou bien d'une grille de cuivre déposée par électrolyse, toujours uniquement sur la partie centrale. La largeur de chacune de ces prises métalliques est de 1^{mm} environ. Dans ces conditions, si la plaque est assez mince (quelques dixièmes de

(1) F. Waibel et W. Schottky, *Naturwiss.*, 20, 1932, p. 297; A. H. Wilson, *Proc. Roy. Soc.*, 136, 1932, p. 487; J. Frenkel et A. Joffé, *Phys. Zeit. Sowjetunion*, 1, 1932, p. 60.

(2) O. von Auwers et H. Kerschbaum, *Ann. der Phys.*, 7, 1930, p. 129.

millimètre) et assez longue (quelques centimètres) on peut obtenir aisément la valeur de la résistance ρ du contact constitué par la prise métallique centrale et la masse du Cu^2O. En appelant r la résistance de la plaque mesurée entre les deux bords extrêmes et r_1, r_2 les résistances de la partie comprise entre une prise extrême et la prise centrale, on a

$$\rho = \frac{1}{2}(r_1 + r_2 - r).$$

Les résistances étant mesurées au pont de Wheatstone, la précision est assez grande, la principale erreur commise étant de négliger devant la longueur de la lame, la largeur du trait métallique central. Il est d'ailleurs possible d'effectuer la correction correspondante; dans ce cas, la précision atteint facilement 1 pour 1000.

Cette méthode permet d'étudier les conditions de formation des résistances de contact entre métal et oxyde cuivreux. Celles-ci sont fonction de quatre variables principales :

1° le temps depuis lequel la surface a été traitée;
2° la température;
3° la résistivité spécifique de la masse du Cu^2O étudié;
4° le traitement de la surface.

En maintenant constantes ces deux premières quantités on constate que la résistance de contact, rapportée à l'unité de surface, est proportionnelle à la résistivité de la masse de l'oxyde cuivreux, pour un mode de traitement déterminé de la surface. Ce dernier (attaque par certains acides dilués tels que NO^3H, SO^4H^2, CH^3CO^2H, à différentes dilutions et différentes températures, par NH^4OH, NH^4Cl, $NaOH$, $SnCl^2$, $FeCl^2$, $S^2O^8K^2$, SO^2Na, KCN, électrolyse d'une solution de SO^4H^2, SO^4Cu, grattage à la toile émeri ou à la meule de carborundum) influe uniquement sur le facteur de proportionnalité. On constate également que l'état cristallin de la surface est une condition nécessaire à l'apparition de résistances de contact élevées, ce qui s'accorde bien avec les résultats de Schottky [1], mais les dimensions des cristaux ne jouent aucun rôle.

Il y a lieu de remarquer que l'existence d'une résistance de contact n'implique pas nécessairement l'existence d'une pellicule isolante entre le métal et le semi-conducteur et qu'elle s'accorde aussi bien avec l'hypothèse d'un contact par points ou par zones privilégiées.

---

(1) W. Schotty, R. Störmer et F. Waibel, *Zeit. Hochfr. techn.*, 37, 1931, p. 162.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude de la synchronisation des oscillateurs.* Note de M. **Jean Mercier**, présentée par M. A. Cotton.

Dans cette Note, nous laisserons de côté les phénomènes secondaires qui peuvent se passer aux abords immédiats de la synchronisation pour nous en tenir uniquement au phénomène proprement dit dans ce qu'il a de plus essentiel. Nous supposerons que nous avons simplement deux circuits oscillants couplés dans chacun desquels, à l'aide par exemple d'un dispositif à lampes triodes, on a introduit une résistance négative.

I. En désignant par γ_1 et γ_2 leurs *amortissements apparents moyens*, par m_1 et m_2 leurs pulsations propres, par L_1 et L_2 leurs coefficients de self-induction, par M le coefficient d'induction mutuelle (nous supposerons le couplage d'ordre exclusivement magnétique), les équations de fonctionnement relatives à chacun des circuits s'écrivent

$$\frac{d^2 i_1}{dt^2} + 2\gamma_1 \frac{di_1}{dt} + m_1^2 i_1 + \frac{M}{L_1}\frac{d^2 i_2}{dt^2} = 0, \qquad \frac{d^2 i_2}{dt^2} + 2\gamma_2 \frac{di_2}{dt} + m_2^2 i_2 + \frac{M}{L_2}\frac{d^2 i_1}{dt^2} = 0.$$

Si l'on admet que les solutions de ce système sont sinusoïdales, on obtient comme équations caractéristiques, ω étant l'une des pulsations du système,

$$I_1(m_1^2 - \omega^2) + i.2\gamma_1\omega I_1 - \frac{M}{L_1}\omega^2 I_2 = 0, \qquad I_2(m_2^2 - \omega^2) + i.2\gamma_2\omega I_2 - \frac{M}{L_2}\omega^2 I_1 = 0;$$

d'où, en désignant par x le coefficient de couplage $M/\sqrt{L_1 L_2}$,

$$(m_1^2 - \omega^2 + 2i\gamma_1\omega)(m_2^2 - \omega^2 + 2i\gamma_2\omega) = x^2\omega^4.$$

On tire de là les deux relations fondamentales

$$\omega^4(1 - x^2) - (m_1^2 + m_2^2 + 4\gamma_1\gamma_2)\omega^2 + m_1^2 m_2^2 = 0,$$
$$\gamma_1(\omega^2 - m_2^2) + \gamma_2(\omega^2 - m_1^2) = 0.$$

La première fournit les valeurs ω' et ω'' des pulsations entretenues; la seconde exprime que leur coefficient d'amortissement est nul.

II. *Fonctionnement normal.* — Examinons le fonctionnement normal, lorsque deux pulsations sont simultanément entretenues. On a alors

$$\gamma_1(\omega'^2 - m_2^2) + \gamma_2(\omega'^2 - m_1^2) = 0, \qquad \gamma_1(\omega''^2 - m_2^2) + \gamma_2(\omega''^2 - m_1^2) = 0;$$

d'où

$$(\omega'^2 - m_2^2)(\omega''^2 - m_1^2) = (\omega'^2 - m_1^2)(\omega''^2 - m_2^2),$$
$$m_2^2\omega''^2 + m_1^2\omega'^2 = m_2^2\omega'^2 + m_1^2 + \omega''^2,$$
$$(m_2^2 - m_1^2)(\omega''^2 - \omega'^2) = 0.$$

Cette condition ne peut être remplie que si m_1 et m_2 sont égaux, ou bien si ω_1 et ω_2 sont égaux.

Or la première condition veut dire que les deux circuits sont accordés l'un sur l'autre, ce qui ne peut être qu'exceptionnel et l'autre que les deux pulsations entretenues sont identiques, ce qui est en contradiction avec l'hypothèse primitive.

D'ailleurs les deux conditions sont concordantes.

Si $m_1^2 = m_2^2 = m^2$, on a en effet $\omega'^2 = \omega''^2$.

On peut encore dire ceci : *Lorsque deux oscillateurs sont couplés, il ne peut y avoir entretien simultané d'oscillations de deux périodes différentes que si les amortissements apparents moyens* γ_1, γ_2 *des deux oscillateurs sont nuls*.

III. *Expressions générales des amortissements.* — Si l'on se reporte à la théorie des oscillateurs à lampes on voit que l'amortissement moyen apparent d'un circuit oscillant excité peut s'exprimer par la relation

$$\gamma = -\alpha + 2\beta L\left(\frac{di}{dt}\right)^2,$$

dans laquelle α et β sont deux constantes positives caractéristiques de l'oscillateur. Le fait que chacun des circuits possède dans le cas actuel un circuit associé a une influence relativement faible et négligeable sur la valeur de son amortissement moyen.

IV. *Relations entre les amplitudes.* — D'autre part, on a pour chaque circuit

$$i = I' \sin(\omega' t + \varphi') + I'' \sin(\omega'' t + \varphi''),$$

$$\frac{di}{dt} = I'\omega' \cos(\omega' t + \varphi') + I''\omega'' \cos(\omega'' t + \varphi''),$$

et la valeur moyenne du carré de cette expression a pour valeur

$$\left(\frac{di}{dt}\right)^2_{\text{moy}} = \frac{I'^2\omega'^2}{2} + \frac{I''^2\omega''^2}{2}.$$

En écrivant que les amortissements moyens sont nuls on a :

$$(1) \qquad -\alpha_1 + \beta_1 L_1 (I_1'^2\omega'^2 + I_1''^2\omega''^2) = 0,$$

$$(2) \qquad -\alpha_2 + \beta_2 L_2 (I_2'^2\omega'^2 + I_2''^2\omega''^2) = 0.$$

Des équations initiales du paragraphe 1, où on annule γ_1 et γ_2, on tire les relations suivantes entre les courants :

$$\frac{I_1}{I_2} = -\frac{M}{L_1}\frac{\omega^2}{\omega^2 - m_1^2} \qquad \text{et} \qquad \frac{I_2}{I_1} = -\frac{M}{L_2}\frac{\omega^2}{\omega^2 - m_2^2};$$

d'où, par division,

$$\frac{L_2 I_2^2}{L_1 I_1^2} = \frac{\omega^2 - m_1^2}{\omega^2 - m_2^2}.$$

Aux deux équations (1) et (2) vont donc venir s'adjoindre :

$$(3) \qquad \frac{L_2 I_2'^2}{L_1 I_1'^2} = \frac{\omega'^2 - m_1^2}{\omega'^2 - m_2^2},$$

$$(4) \qquad \frac{L_2 I_2''^2}{L_1 I_1''^2} = \frac{\omega''^2 - m_1^2}{\omega''^2 - m_2^2};$$

D'où quatre équations qui définiront les courants I_1', I_1'', I_2', I_2''.

D'autre part l'équation aux pulsations dont les racines sont ω'^2 et ω''^2 se simplifie puisque les amortissements sont nuls.

ÉLECTRONIQUE. — *Diffraction des électrons par le chloroforme et structure de la molécule : modèle d'Urbain et modèle tétraédrique.* Note de M. **Charles Degard**, présentée par M. Georges Urbain.

G. Urbain (¹) a proposé pour le chloroforme une formule coordinative CCl^2, HCl. Il considère donc le chloroforme comme un chlorhydrate du chlorure carboneux.

Cette hypothèse est étayée par des arguments chimiques et physiques. Le dégagement d'oxyde de carbone par l'action de la potasse sur le chloroforme ne s'explique pas par la formule classique. En effet, ce serait là une réaction irrégulière qui, par conséquent, devrait se manifester d'autant moins que la température est basse. Or le dégagement d'oxyde de carbone augmente avec l'abaissement de la température. La formule coordinative explique ce fait. La potasse neutralise l'acide chlorhydrique du chlorhydrate et réagit ensuite sur le chlorure carboneux. L'oxyde de carbone se combinerait à la potasse et formerait ainsi du formiate de potassium.

D'autre part Allard (²) a calculé le moment électrique du chloroforme en lui attribuant en premier lieu la structure tétraédrique classique : il trouve 2.10^{-18}. La représentation coordinative, en admettant que les atomes de chlore soient au sommet d'un triangle équilatéral dont le carbone

(¹) G. Urbain, *La coordination des atomes dans les molécules* (*Actualités scientifiques et industrielles*, 53, 1933, p. 48).

(²) Allard, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1455.

occupe le centre, et que l'hydrogène soit dans le plan de ce triangle et fixé à un des atomes de chlore, conduit à un moment électrique de $1,63.10^{-18}$.

La valeur expérimentale est $0,95.10^{-18}$.

La structure tétraédrique est fondée entre autres choses sur les résultats des expériences de diffractions de rayons X et de rayons électroniques. Bewilogua (1), puis Wierl (2), ont successivement attribué au chloroforme une structure tétraédrique. Récemment Sutton et Brockway (3), par la méthode de diffraction d'électrons, sont arrivés au même résultat. La distance entre les atomes de chlore, selon ces derniers, est $2,93 \pm 0.02$ Å. La distance carbone-chlore est $1,78 \pm 0,03$ Å.

Nous avons repris ces expériences par diffraction électronique en comparant nos courbes expérimentales de diffraction aux courbes théoriques calculées au moyen des formules de Debye (4) et de Mott (5), d'après le schéma tétraédrique de la molécule de chloroforme.

Les résultats expérimentaux peuvent s'interpréter au moyen du schéma classique. Nous trouvons $2,95 \pm 0,03$ Å et 1,76 Å respectivement pour la distance Cl — Cl et C — Cl. Ceci confirme donc les mesures de Sutton et Brockway.

Nous avons ensuite tracé la courbe théorique en prenant comme base le schéma moléculaire d'Urbain. Si l'on maintient la valeur de 2,95 Å comme distance Cl-Cl, on peut calculer la distance entre l'atome de carbone situé au centre du triangle équilatéral et un atome de chlore : 1,70 Å.

Les deux courbes théoriques se superposent sensiblement. Pour utiliser les différences constatées il faudrait mesurer sur les photographies de diffractions des distances entre le centre et un maximum à 1/10e de millimètre près.

En d'autres termes, le schéma d'Urbain et le schéma tétraédrique rendent tous deux compte des résultats expérimentaux. On ne peut donc opposer au premier les expériences de diffractions électroniques faites jusqu'à ce jour.

---

(1) L. Bewilogua, *Phys. Zeits*, 32, 1931, p. 265.
(2) R. Wierl, *Ann. der Phys.*, 8, 1931, p. 521.
(3) Sutton et Brockway, *Journ. Am. Chem. Soc.*, 57, mars 1935, p. 473.
(4) P. Debye, *Ann. Physik*, 46, 1915, p. 809; *Phys. Zeits*, 31, 1930, p. 419.
(5) N. F. Mott, *Proc. Roy. Soc. London*, A., 127, 1930, p. 658.

ÉLECTROCHIMIE. — *Action pratiquement instantanée de certains colloïdes sur le dépôt électrolytique du cuivre.* Note (¹) de M. **Pierre Jacquet**, présentée par M. Georges Urbain.

D'après certains auteurs (²) une substance colloïdale ne peut agir sur un dépôt électrolytique qu'après une certaine durée d'électrolyse, ce qui semble normal, *a priori*, si l'on admet une accumulation lente du colloïde au voisinage de la cathode, par suite du phénomène d'électrophorèse. J'ai montré antérieurement (³) que l'action de certains colloïdes hydrophiles (protéines et peptones) peut s'expliquer par l'adsorption ; le courant interviendrait seulement pour modifier la concentration de la substance dans la zone cathodique. Les autres colloïdes examinés (gomme arabique, gomme adragante, dextrine) ne s'adsorbent pas sur les surfaces métalliques et leur action sur le dépôt, d'ailleurs beaucoup plus faible que celle exercée par les protéines et les peptones, s'expliquerait par leur migration dans le champ électrique.

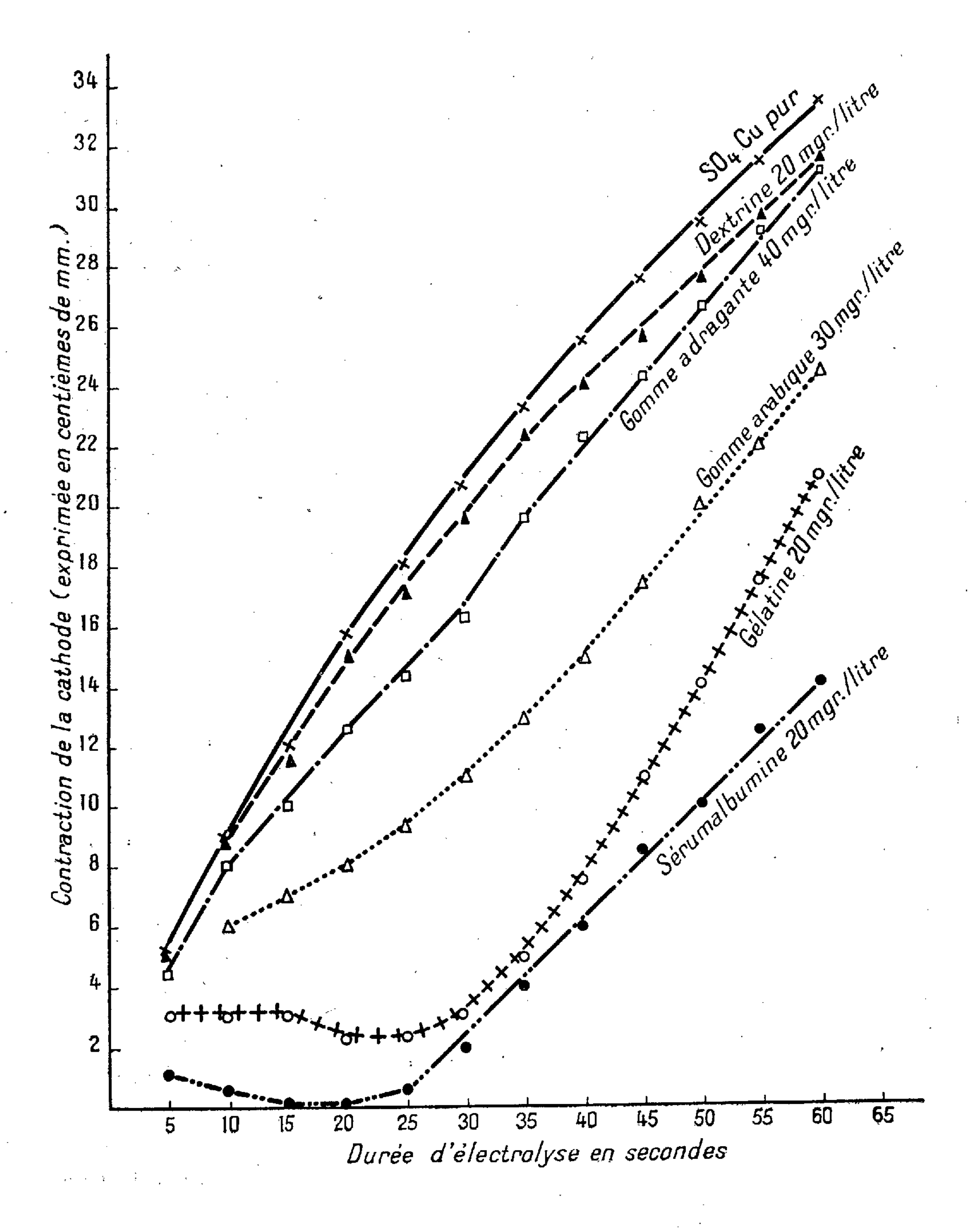
Si cette distinction entre les deux groupes de colloïdes est correcte, on doit constater que les protéines agissent sur le dépôt dès le début de l'électrolyse, tandis que dans le cas des gommes et de la dextrine il doit s'écouler un certain temps avant que l'on puisse observer une action nette. La vérification peut être faite si l'on dispose d'une technique suffisamment sensible et précise pour déceler de très faibles modifications dans la structure ou les propriétés du cuivre électrolytique. J'ai utilisé pour cela la détermination des tensions mécaniques au moyen du *contractomètre* mis au point par C. Marie et N. Thon (⁴). En prenant certaines précautions déjà mentionnées, il est possible d'obtenir des résultats bien reproductibles. Le déplacement de la partie inférieure de la cathode flexible est évalué au microscope toutes les 5 secondes à partir de la fermeture du circuit. Les courbes de la figure 1 représentent ces déplacements (exprimés en centièmes de millimètre) en fonction de la durée d'électrolyse, pour une solution de sulfate de cuivre pur et pour la même solution additionnée de 20, 30 ou

(¹) Séance du 4 novembre 1935.

(²) Salauze, *Bull. Soc. française des Électriciens*, 5ᵉ série, 4, 1934, p. 473; *Traité de Galvanoplastie*, p. 175.

(³) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 226 et 381.

(⁴) *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 31.



Contraction de la cathode (exprimée en centièmes de mm.)
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
Durée d'électrolyse en secondes
SO4 Cu pur
Dextrine 20 mgr./litre
Gomme adragante 40 mgr./litre
Gomme arabique 30 mgr./litre
Gélatine 20 mgr./litre
Sérumalbumine 20 mgr./litre

40^{mg} par litre de chacun des colloïdes énumérés plus haut. Ces courbes montrent que seules les protéines (gélatine, sérum albumine) ont une action notable dès les premières secondes d'électrolyse; les gommes agissent beaucoup plus lentement et la courbe correspondant à la dextrine se superpose, aux erreurs d'expérience près, à la courbe des tensions du cuivre normal. Des résultats aussi nets sont obtenus pour des concentrations en protéines de l'ordre de 5^{mg} par litre; au contraire les gommes n'ont aucun effet, dans les premières minutes d'électrolyse, à des concentrations inférieures à 30-40^{mg} par litre.

Ces résultats montrent que seuls les colloïdes hydrophiles appartenant au groupe des protéines ont une action pratiquement instantanée sur le dépôt électrolytique du cuivre, ce qui est conforme aux résultats obtenus antérieurement, concernant l'adsorption de ces substances sur les surfaces métalliques (1).

MAGNÉTOOPTIQUE. — *Biréfringence magnétique de l'oxyde azotique.* Note de MM. **Henri Bizette** et **Tsaï Belling**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons mesuré par la méthode du quart d'onde la biréfringence magnétique de l'oxyde azotique gazeux à la température de 16°,5C., sous des pressions comprises entre 80 et 180 atmosphères. Nous avions été conduits à penser que la biréfringence magnétique de ce composé serait particulièrement nette, plus grande que celle de l'oxygène lui-même: nous avons en effet pu la mesurer en utilisant le grand électroaimant de l'Académie des Sciences sans utiliser les bobines supplémentaires qui avaient servi précédemment à l'un de nous (2) à trouver la biréfringence magnétique de l'oxygène et de l'azote. Cette biréfringence est positive, par suite de signe opposé à celle de l'oxygène. Ce résultat est en accord avec les hypothèses de van Vleck sur l'origine du paramagnétisme de ces deux corps, si l'on admet que les axes géométriques de leurs molécules sont ceux de forte polarisation.

La constante de Cotton et Mouton pour la radiation $\lambda = 0^{\mu},578$ de l'arc

(1) P. Jacquet, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 921; 200, 1935, p. 226.

(2) Tsaï Belling, *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 1615; A. Cotton et Tsaï Belling, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1889.

au mercure et pour la pression de 143 kg/cm² est égale à

$$C_m = 456 \times 10^{-15} \qquad (t = 16^\circ{,}5\,\text{C.}).$$

Le rapport C_m/d de la constante C_m à la densité est sensiblement constant et la biréfringence varie très sensiblement en raison inverse de la longueur d'onde; c'est ce que montrent les tableaux suivants donnant les angles β de rotation de l'analyseur mesurant les biréfringences (à un facteur constant près) :

$t^\circ = 16^\circ{,}5\,\text{C.}, \qquad \lambda = 0^\mu{,}578.$

Pressions (kg/cm²).	Rapport des pressions.	Angles β.	Rapport des angles β.
143	1,22	4°,35	1,21
174		5°,26	

$t^\circ = 16^\circ{,}5\,\text{C.}, \qquad$ pression 143 kg/cm².

$\lambda_j = 0^\mu{,}578 \qquad \beta_j = 4^\circ{,}24$

$$\frac{\lambda_j}{\lambda_v} = 1{,}06 \qquad \frac{\beta_v}{\beta_j} = 1{,}07\,;$$

$\lambda_v = 0^\mu{,}546 \qquad \beta_v = 4^\circ{,}56$

$\lambda_b = 0^\mu{,}436 \qquad \beta_b = 5^\circ{,}71$

$$\frac{\lambda_j}{\lambda_b} = 1{,}325 \qquad \frac{\beta_b}{\beta_j} = 1{,}347.$$

Les mesures ont été faites par comparaison avec le nitrobenzène. Ce dernier produisait une biréfringence $2\beta = 2 \times 23^\circ{,}50$ pour la radiation jaune.

Nous étudierons prochainement la variation thermique. Des essais satisfaisants ont été effectués à la température de — 80°C. sous des pressions de 100 à 130 kg/cm².

Nous espérons pouvoir mesurer la biréfringence de l'oxyde azotique depuis 100°C. jusqu'à la température critique. Nous attendrons ces résultats pour discuter l'origine de l'orientation moléculaire (¹), et chercher à expliquer la prépondérance de la composante suivant l'axe moléculaire de la résultante des moments de circulation des électrons sur leurs orbites sur la résultante des spins de ces électrons.

(¹) La formule de Langevin-Born conduirait, en substituant au moment magnétique de la molécule 1,85 magnéton de Bohr, à un nombre environ neuf fois trop élevé.

SPECTROSCOPIE. — *Spectre continu du deutérium.* Note de M[lle] **Arlette Tournaire** et M. **Étienne Vassy**, présentée par M. Charles Fabry.

En nous plaçant dans les conditions les plus favorables à la production du spectre continu moléculaire de l'hydrogène (¹), nous avons obtenu le spectre continu moléculaire du deutérium et nous l'avons comparé à celui de l'hydrogène.

Partant de protoxyde de deutérium (D^2O) à la concentration de 99,2 pour 100, nous avons, dans le vide, fait passer sa vapeur sur du potassium distillé. Après avoir traversé un piège à air liquide destiné à recueillir l'eau non réduite, le deutérium est admis dans un tube du modèle de Chalonge et Lambrey (²) en communication avec une jauge de Mac Leod. La pression mesurée était de $0^{mm},65$ de Hg. Le deutérium est excité par le secondaire d'un transformateur donnant 30 milliampères sous 1000 volts. Le spectre est enregistré avec un spectrographe Hilger E 31 à optique de quartz, sur plaques Ilford Process. La gradation est assurée au moyen de grilles de densité connue.

Après avoir fait le vide dans l'appareil, on introduit dans le tube au moyen d'un osmorégulateur en platine, de l'hydrogène exactement à la même pression et on l'excite dans les mêmes conditions.

Le spectre continu moléculaire du deutérium, que nous avons étudié entre 4861 et 2300 Å, s'est révélé très analogue à celui de l'hydrogène, mais légèrement différent. Il a fallu l'enregistrement au microphotomètre de Chalonge et Lambert pour mettre en évidence cette faible différence. Les courbes enregistrées coïncidant vers 4000 Å, vont en s'écartant très légèrement à mesure que la longueur d'onde diminue, le spectre continu du deutérium étant un peu plus intense que celui de l'hydrogène.

Des expériences analogues ont été effectuées par l'un de nous en avril 1933, à partir d'un mélange d'eau ordinaire et d'eau lourde. Le dosage spectroscopique, effectué sur les raies H_β et D_β, séparées avec le troisième ordre d'un réseau concave d'un mètre, avait indiqué que le mélange contenait environ 5 fois plus d'hydrogène que de deutérium. Il en serait résulté, d'après le calcul, des proportions approximatives de 50

(¹) Chalonge, *Ann. de Phys.*, 11ᵉ série, 1, 1934, p. 123.

(²) *Rev. Opt.*, 8, 1929, p. 332.

pour 100 de molécules H^2, 10 pour 100 de molécules D^2 et 40 pour 100 de molécules HD. Le spectre continu du mélange ne présentait aucune différence mesurable avec celui de l'hydrogène pur.

On admet couramment, d'après la théorie de Winans et Stueckelberg [1], que le spectre continu moléculaire de l'hydrogène est produit par le passage des électrons des niveaux de triplets stables et en particulier du plus bas $2s\,{}^3\Sigma$ à l'état inférieur instable $1s\,{}^3\Sigma$. Comme il s'agit de niveaux électroniques, l'effet isotopique est donc faible et l'on doit s'attendre en effet à une faible différence dans la répartition énergétique des spectres continus de l'hydrogène et du deutérium. Nous espérons obtenir prochainement des résultats quantitatifs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'énergie de dissociation de l'oxyde de carbone.* Note [2] de MM. **Paul Goldfinger, Wladimir Lasareff** et **Boris Rosen**, présentée par M. Georges Urbain.

Le problème de la détermination de l'énergie de dissociation D_{CO} de la molécule CO en atomes normaux présente un intérêt particulier par le fait que cette énergie est reliée, par des données thermochimiques, à différentes grandeurs importantes [3]. Les relations sont les suivantes :

$$L_C = D_{CO} - 3{,}74 \pm 0{,}02 \text{ v. e.},$$
$$D_{CN} = D_{CO} - 3{,}3 \pm 0{,}5 \text{ v. e.},$$
$$E_{CH} = D_{CO}/4 + 2{,}51 \pm 0{,}25 \text{ v. e.},$$

où L_C est la chaleur de sublimation du carbone à 0°K., D_{CN} l'énergie de dissociation de la molécule CN en atomes normaux et E_{CH} l'énergie moyenne de la liaison d'un atome d'hydrogène au carbone tétravalent $C({}^5S)$ dans la molécule CH^4.

Pour D_{CO} il y a un nombre restreint de possibilités [4], (colonne 2 du tableau) correspondant à des valeurs spectroscopiques très précises [limites d'erreur d'environ $\pm$ 0,005 v. e. [5]]; parmi celles-ci on ne peut

(1) *Proc. Nat. Acad. Sc.*, 14, 1928, p. 867.

(2) Séance du 28 octobre 1935.

(3) Voir par exemple F. D. Rossini, *J. of Res. Bureau of Standards*, 13, 1934, p. 21.

(4) P. Goldfinger et W. Lasareff, *Nature*, 135, 1935, p. 1077.

(5) B. Rosen, *Nature*, 136, 1935, p. 226.

pas choisir en se basant uniquement sur les données spectroscopiques concernant les différents états électroniques de CO. Cependant, les différences entre les valeurs possibles de D_{CO} sont suffisamment grandes pour essayer de déterminer la valeur exacte en tenant compte des valeurs de L_C, D_{CN} et E_{CH}, quoique ces dernières valeurs ne soient pas connues avec grande précision.

Dans le tableau, nous donnons pour chacune des possibilités pour D_{CO} les valeurs correspondantes de L_C, D_{CN} et E_{CH}, ainsi que l'énergie de dissociation de CO à l'état $A^1\Pi$ et de l'ion CO^+ à l'état normal $^2\Sigma$.

État électronique des produits de dissociation à 11,06 v. e.	$D_{CO(X^1\Sigma)}$ (v. e.).	$D_{CO(A^1\Pi)}$ (*) (v. e.).	$D_{CO^+(^2\Sigma)}$ (v. e.).	D_{CN} (v. e.).	L_C (kcal).	E_{CH} (kcal).
$C(^3P)+O(^3P)$....	11,06	(a) 3,07 (b) 6,28	8,1	7,8	168,8	122
$C(^1D)+O(^3P)$....	9,81	(a) 1,82 (b) 5,03	–	–	–	–
$C(^3P)+O(^1D)$....	9,10	(b) 4,32	6,1	5,8	123,6	110
$C(^1S)+O(^3P)$....	8,39	(b) 3,61	5,4	5,1	107,2	106
....	....	....	...	...	.....	...

(*) On admet comme produits de dissociation dans cet état $C(^3P)+O(^3P)$ dans le cas (*a*) et $C(^1D)+O(^1D)$ dans le cas (*b*).

La valeur $D_{CO}=9,81$ v. e. a été exclue par Coster et Brons (1) pour des raisons spectroscopiques.

$D_{CO}=11,06$ v. e. avait été admis antérieurement (2) car la valeur $L_C=168,8$ kcal qui s'en suit semble être la seule qui soit en accord avec les données de la littérature (3). On peut cependant montrer (4) que la valeur $L_C=123,6$ kcal, correspondant à $D_{CO}=9,10$ v. e., ne peut pas être exclue avec certitude par les données empiriques sur la pression de vapeur du carbone. De plus, $D_{CO}=9,10$ v. e. donne $D_{CO\,(A^1\Pi)}=4,32$ v. e., une valeur pour laquelle les états de vibration présentent un caractère de convergence analogue à celui que l'on connaît pour plusieurs molécules observées jusqu'à la convergence (par exemple O^2 et H^2), ce qui n'est pas le cas si l'on admet $D_{CO}=11,06$ v. e.

(1) D. Coster et F. Brons, *Physica*, 1, 1934, p. 155 et 634.
(2) P. Goldfinger et W. Lasareff, *Nature*, 135, 1935, p. 1077.
(3) Voir par exemple R. W. Norrish, *Trans. Faraday Soc.*, 30, 1934, p. 103.
(4) P. Goldfinger et W. Jeunehomme (paraîtra prochainement).

Coster et Brons ([1]) ainsi que Schmid et Gerö (*loc. cit.*) ont proposé la valeur 8,39 v. e.; il n'y a pas d'objections spectroscopiques contre cette valeur, mais les arguments de Schmid et Gerö en sa faveur sont basés sur des extrapolations incertaines et sur une interprétation des niveaux de prédissociation pas nécessairement conclusive. La valeur de L_C qui s'en suit est cependant en contradiction avec les données empiriques [*loc. cit.*, p. 959, notes ([3]) et ([4])]; ceci s'applique *a fortiori* aux valeurs de D_{CO} inférieures à 8,39 v. e., qui donneraient pour L_C des valeurs encore plus petites.

Les valeurs D_{CO^+}, D_{CN} et E_{CH} qui se déduisent de $D_{CO} = 9,10$ v. e. donnent un accord satisfaisant avec les données expérimentales ([2]).

En résumé, nous avons montré que parmi les différentes possibilités déduites du spectre de CO, seule la valeur $D_{CO} = 9,10$ v. e., donnant $L_C = 123,6$ kcal, n'est pas en contradiction avec les données thermochimiques et spectroscopiques sur les différentes grandeurs reliées à D_{CO}.

CHIMIE-PHYSIQUE. — *Sur le module d'élasticité des alliages cuivre-glucinium.* Note ([3]) de M. **Léon Guillet** fils, présentée par M. Léon Guillet.

On s'oriente, en général, dans la recherche des hauts modules d'élasticité vers les éléments dont le volume atomique est faible ou dont la température de fusion est élevée. Parmi les premiers, M. Portevin ([4]) avait déjà signalé le glucinium dont le volume atomique est égal à 5.

Cependant il n'existe aucune détermination expérimentale du module d'élasticité du glycinium, du moins à notre connaissance. Cette détermination nécessite, il est vrai, la coulée et l'usinage d'éprouvette à des cotes précises, opération très délicate en raison de la grande fragilité du glucinium obtenu actuellement.

Il est beaucoup plus aisé de déterminer le module d'élasticité des alliages de glucinium. Les alliages cuivre-glucinium que nous avons étudiés ont été

([1]) R. Schmid et L. Gerö, *Z. f. Physik*, 93, 1935, p. 656; 96, 1935, p. 546.

([2]) H. Biskamp, *Z. f. Physik*, 86, 1933, p. 33; F. A. Jenkins, Y. K. Roots et R. S. Mulliken, *Phys. Rev.*, 39, 1932, p. 16; H. v. Hartel et M. Polanyi, *Z. f. phys. Chem.*, B, 11, 1930, p. 97; K. F. Bonhoeffer et P. Harteck, *Grundriss der Photochemie*, 1933; *Z. f. phys. Chem.*, A, 139, 1930, p. 64.

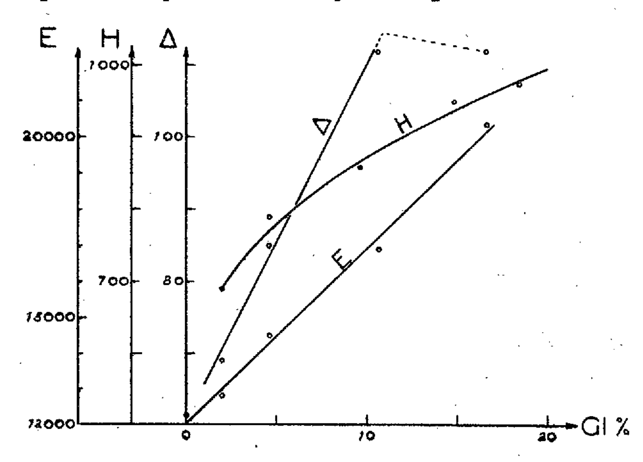
([3]) Séance du 12 novembre 1935.

([4]) *Bull. Soc. Ing. civ.*, 76, 1923, p. 486, avril-mai.

préparés par la Société Alais, Froges et Camargue. Leurs analyses sont données dans le tableau suivant :

Gl.	Fe.	Si.	Al.	Mg.	Mn.	Zn.
2	0,02	0,10	0,06	0,15	0,12	0
4,6	0,08	0,30	–	–	–	–
4,75	0,04	0,22	–	–	–	–
9,65	0,12	0,41	0,12	0,30	0,25	0
10,60	0,07	0,54	–	–	–	–
14,82	0,08	0,46	0,18	0,30	0,37	0,02
16,60	0,12	0,17	–	–	–	–
18,50	0,08	0,40	0,24	0,30	0,50	0,05

Ils ont été coulés avec le plus grand soin afin d'obtenir des barrettes parfaitement saines. Ces barrettes ont été recuites 8 heures à 800° et ont servi à usiner des petites éprouvettes cylindriques de $5^{mm}64$ de diamètre



(au 1/100e de millimètre près) et de 50^{mm} de longueur. Les micrographies n'ont révélé aucune soufflure et sont en accord avec le diagramme d'équilibre établi par Masing et Dahl [1] et suivant lequel les alliages cuivre-glucinium sont constitués :

1° de ε à 11 pour 100 Gl, de deux constituants α et γ; α solution solide de glucinium dans le cuivre, γ solution solide de composé défini;
2° de 11 à 12 pour 100 Gl, d'un seul constituant γ.

La figure montre les variations en fonction de la teneur en glucinium, de

(1) *Wissenchaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens Konzern.*

la dureté Rockwell B (courbe Δ) et du module d'élasticité à la flexion (courbe E) mesuré avec le double pendule de MM. Le Rolland et Sorin (¹). On voit que la dureté croît linéairement dans le domaine à deux constituants, puis croît ensuite plus lentement, tandis que le module croît linéairement dans toute l'étendue des alliages étudiés sans dépendre, du moins en première approximation, de leur constitution physico-chimique (²).

Le glucinium augmente sensiblement le module d'élasticité du cuivre puisqu'un alliage à 15 pour 100 Gl (en poids) a un module égal à celui de l'acier. Il se révèle donc comme l'élément d'addition le plus actif à ce point de vue, parmi tous ceux qui ont été étudiés jusqu'ici.

Le haut module d'élasticité et la faible densité du glucinium expliquent les variations de la hauteur du son (courbe H : nombre de vibrations transversales par seconde) rendu par les alliages cuivre-glucinium, avec la teneur en glucinium. Celles-ci ont été appréciées grossièrement sur des éprouvettes de 20^{cm} de longueur et de 20^{mm} de diamètre avec un sonomètre à corde.

CINÉTIQUE CHIMIQUE. — *Influence des gaz adsorbés par la paroi du récipient sur la réaction en chaîne des mélanges d'hydrogène et d'oxygène.* Note (³) de M. **Marcel Prettre.**

De nombreux travaux sur les réactions homogènes d'oxydation ont signalé qu'il est souvent difficile d'obtenir des résultats reproductibles, lorsqu'on opère dans des récipients propres en substances vitreuses, car celles-ci présentent une variation d'activité, dont le mécanisme n'avait pu jusqu'ici être précisé. Dans le cas de la combustion de l'hydrogène, cette influence de la surface a été observée par Hinshelwood et Thompson (⁴) pour des récipients en silice fondue, et par moi-même (⁵) pour le verre pyrex. Le temps de demi-réaction mesuré au cours d'essais faits avec le

(¹) Cet appareil permet la mesure rapide du module d'élasticité avec une erreur inférieure à 1 pour 100 (*Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 536).

(²) Sur l'ensemble des alliages étudiés, une seule éprouvette a donné une valeur du module plus faible que ne l'indique la loi linéaire. La micrographie a révélé des petits défauts physiques (soufflures, inclusions) et une nouvelle éprouvette de teneur voisine a donné un chiffre satisfaisant.

(³) Séance du 12 novembre 1935.

(⁴) *Proc. Roy. Soc.*, **118** A, 1929, p. 170.

(⁵) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1321; *Mémorial des Poudres*, **26**, 1935, p. 239.

même récipient et dans les mêmes conditions peut varier dans le rapport de 1 à 5 et même au delà.

Entre 500 et 600°C., les surfaces vitreuses sont capables d'adsorber de grandes quantités d'hydrogène et de vapeur d'eau. Cette adsorption est très lente, sa vitesse et la quantité adsorbable augmentent avec la température. Il s'agit donc d'une *adsorption activée*, comme l'avait déjà constaté Williamson [1] pour l'hydrogène. La faible vitesse de désorption de ces gaz implique que la durée habituelle de pompage qui précède les essais cinétiques, ne suffit pas toujours à désorber la paroi. Celle-ci doit donc

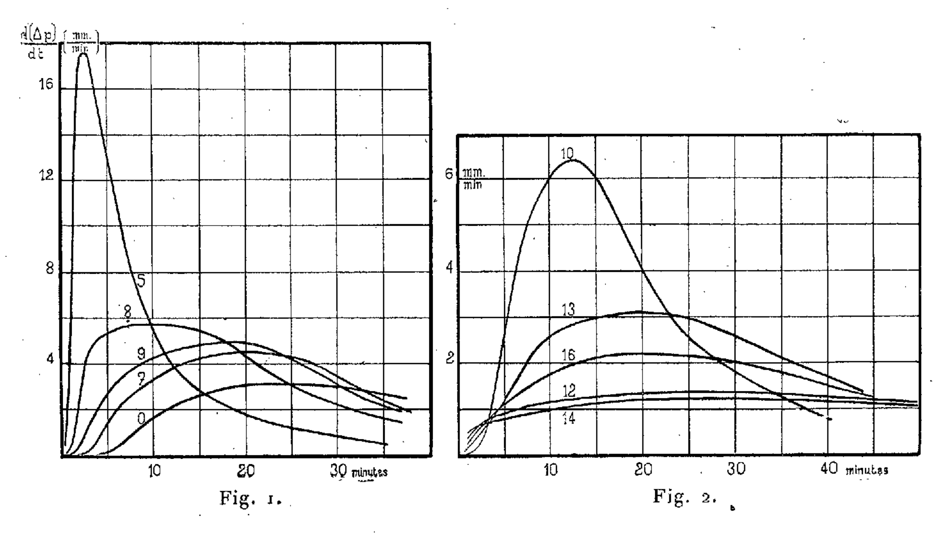


Fig. 1. Fig. 2.

retenir des gaz dont la composition et le volume varient avec la durée, la pression, la température et les concentrations de l'expérience précédente. J'ai été amené à penser que l'activité variable de la surface devait dépendre de ces phénomènes d'adsorption. Les expériences résumées ci-après confirment cette manière de voir.

La figure 1 représente les variations, en fonction du temps, de la vitesse $d(\Delta p)/dt$ de contraction du mélange $2H^2 + O^2$ introduit sous une pression initiale de 600^{mm} environ dans un récipient maintenu à 540°.

La courbe O concerne l'essai initial fait avec le récipient propre qui a été porté très lentement, en trois jours, sous vide à la température désirée.

Les courbes 7, 9, 8 et 5 ont été obtenues dans les mêmes conditions avec le même récipient dont la surface avait au préalable adsorbé des quantités

(1) *J. Am. Chem. Soc*, 55, 1933, p. 1437.

croissantes de vapeur d'eau (de 5 à 70^{mm} à la température de 540°), L'effet de la vapeur d'eau adsorbée est donc d'accroître fortement la vitesse de réaction durant les premiers instants de la transformation. Mais, même les essais les plus rapides présentent une période d'induction durant laquelle la vitesse, d'abord pratiquement nulle, s'accélère progressivement.

L'hydrogène adsorbé a un effet opposé. La figure 2 permet de comparer à l'essai initial (courbe 10), fait ici encore après montage du récipient nettoyé, les essais réalisés avec des quantités croissantes d'hydrogène adsorbé par les parois, les courbes 13, 16, 12 et 14 correspondant à l'adsorption de 4, 15, 39 et 44^{mm} d'hydrogène. Ce groupe d'expériences a été fait dans les mêmes conditions de pression et de concentrations que précédemment, mais à 550°. La réaction est donc considérablement ralentie par cette adsorption, mais, par contre, la période d'induction n'est plus décelable; la vitesse semble acquérir dès le début, ou tout au moins en quelques secondes, une valeur assez importante, qui n'est atteinte qu'après quelques minutes avec le récipient *neuf*.

Dans tous les cas, la transformation présente les caractères types d'une transformation homogène en chaîne : inhibition par les surfaces, accélération par les gaz inertes, ordre et coefficient de température élevés. Il ne s'agit donc pas ici de la réaction de surface du mélange oxhydrique, observable aux températures voisines de 500°, que l'adsorption lente préalable d'hydrogène accélère fortement, comme l'ont signalé Bone et Wheeler (1), et que ralentit la vapeur d'eau [Garstang et Hinshelwood (2)].

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques cupritétrachlorures et cupritétrabromures organiques*. Note de M. **Jean Amiel**, présentée par M. Robert Lespieau.

J'ai décrit (3) les cupritétrachlorures et les cupritétrabromures formés avec les amines primaires de la série grasse, la benzylamine et l'éthylène diamine. Depuis lors j'ai obtenu :

Avec l'aniline, $[CuCl^4](NH^3-C^6H^5)^2$. Jaune verdâtre. Petites lamelles rectangulaires très légères, brillantes. Densité : $d_{20°}=1,70$. Avec la naphtylamine-β : $[CuCl^4](NH^3-C^{10}H^8)^2$. Jaune verdâtre. Fines lamelles rectangulaires.

---

(1) *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 206 A, 1906, p. 1.
(2) *Proc. Roy. Soc.*, 134 A, 1931, p. 1.
(3) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 138.

Je n'ai pas isolé de cupritétrachlorure de naphtylamine α. Les cupritétrabromures d'aniline et de naphtylamines sont, s'il se forment, trop instables pour être isolés ainsi. J'ai préparé aussi, avec les phénylène-diamines des cupritétrachorures jaunes, mais noircissant à l'air.

J'ai obtenu facilement, avec la pyridine, la pipéridine, la pipérazine et la quinoléine, les composés suivants :

$[CuCl^4](C^5H^5NH)^2$. — Jaune vif. Petites aiguilles. Densité : $d_{20°}=1,66$. Solubilité, à 20°C., dans l'acétone : 1g,9, soit 0,005 molécule, au litre; solution jaune foncée.

$[CuCl^4](C^5H^{10}NH^2)^2$. — Jaune vif. Petites plaques en forme de parallélogrammes. $d_{20°}=1,50$.

$[CuCl^4](H^2NC^4H^8NH^2)$. — Jaune citron. $d_{20°}=1,73$. Solubilité dans l'acétone très faible : environ 0g,04 au litre, à 20°; solution couleur champagne.

$[CuCl^4](C^9H^7NH)^2$. — Jaune. Petites lamelles brillantes qui, grossies 100 fois, sont de petits parallélogrammes presque rectangulaires. $d_{20°}=1,56$.

$[CuBr^4](C^5H^5NH)^2$. — Noir brillant. Fines aiguilles qui, grossies 100 fois, apparaissent comme des bâtonnets cannelés. $d_{20°}=2,23$.

$[CuBr^4](C^5H^{10}NH^2)^2$. Noir. Plaques en forme de parallélogrammes. $d_{20°}=2,23$.

$[CuBr^4](H^2NC^4H^8NH^2)$. — Noir. $d_{20°}=2,63$.

$[CuBr^4](C^9H^7NH)^2$. — Noir. Petites lamelles en forme de parallélogrammes presque rectangulaires. $d_{20°}=1,99$.

Propriétés. — Les cupritétrachlorures sont jaunes et les cupritétrabromures noirs. Ils peuvent être conservés à l'air sans altération et ne sont pas déliquescents. Ils sont insolubles dans l'éther, le chloroforme, le benzène, le toluène, le xylène, le pinène, un peu solubles dans l'acétone, plus solubles dans les alcools. L'acide acétique dissout à froid les cupritétrabromures (solutions vertes) et légèrement à chaud les cupritétrachlorures. L'eau dissout ces complexes, mais en les dissociant. Les bases fortes, l'acide sulfurique, les décomposent facilement. L'acide bromhydrique transforme les cupritétrachlorures en cupritétrabromures. Chauffés, ces corps fondent, mais en se décomposant.

Préparation. — On mélange les solutions concentrées et chaudes de chlorure (ou de bromure) cuivrique et de chlorhydrate (ou de bromhydrate) de la base organique; on évapore, dans le vide, au-dessous de 60° C. environ. On fait recristalliser. Dans le cas de l'aniline, les solutions doivent être refroidies et la précipitation du cupritétrachlorure se fait en ajoutant un excès d'acide chlorhydrique.

Cas de la pipérazine. — La pipérazine ne donne pas directement les composés anhydres, mais des hydrates à $2H^2O$ qui perdent facilement cette eau, à la température ordinaire, dans le vide sec.

$[CuCl^4](H^2NC^4H^8NH^2), 2H^2O$ est jaune; $d_{20°} = 1,70$; il se présente sous forme d'un mélange de parallélogrammes, les uns voisins de losanges, les autres allongés et formant des aiguilles plates. Il est efflorescent. Son diagramme X de poudre cristalline diffère de celui du cupritétrachlorure anhydre.

$[CuBr^4](H^2NC^4H^8NH^2), 2H^2O$ est noir; $d_{20°} = 2,41$; il est analogue au précédent; les cristaux ont le même aspect.

Remarquons que ces composés diffèrent essentiellement des sels bleus ou verts du type Cl^2Cu, $2ClNH^4$, $2H^2O$ ou bien Br^2Cu, $2BrNH^4$, $2H^2O$; dans ceux-ci, l'eau semble bien être de l'eau de constitution, comme l'avaient fait remarquer MM. Urbain et Sénéchal (¹); car, disaient-ils, l'eau de cristallisation ne modifie pas la couleur des sels. L'existence des composés de la pipérazine décrits plus haut vient à l'appui de cette thèse, puisque ces sels sont jaunes et possèdent deux molécules d'eau de cristallisation faciles à enlever.

De plus, j'ai obtenu avec la pipérazine les composés suivants : en présence d'un grand excès de sel cuivrique les cupritrihalogénures $[CuCl^3]^2(H^2NC^4H^8NH^2)$ brun foncé, très fortement dichroïque et $[CuBr^3]^2(H^2NC^4H^8NH^2)$ noir; en présence d'un grand exès de chlorure, ou de bromure de pipérazine Cl^2Cu, $2Cl^2(H^2NC^4H^8NH^2)$, $4H^2O$ vert foncé et, de même, Br^2Cu, $2Br^2(H^2NC^4H^8NH^2)$, $4H^2O$ se présentant sous forme de belles aiguilles noires; ces sels perdent facilement $2H^2O$ vers 40 à 45° C. (le premier passe alors du vert au jaune); puis aux environs de 100° ils perdent les deux dernières molécules d'eau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation de thio-dérivés protéiques à l'aide du sulfure de carbone.* Note de M. **Jean Loiseleur**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le sulfure de carbone peut réagir avec certains protéides (gélatine, ovalbumine, caséine) en donnant naissance à la production de thio-dérivés. Voici dans quelles conditions cette réaction peut avoir lieu :

1° maintien des constituants de la réaction en suspension aqueuse ou mieux hydro-alcoolique;

2° faible alcalinité du milieu;

(¹) Urbain et Sénéchal, *Introduction à la Chimie des complexes*. Paris, 1913, p. 426.

3° température de 40-45°, la réaction ayant néanmoins déjà lieu à la température ordinaire.

10^g de caséine sont dissous dans 100$^{cm^3}$ de soude décinormale, puis additionnés d'un volume égal d'alcool éthylique. Dans cette solution très visqueuse, obtenue en 10-15 minutes, on introduit 10$^{cm^3}$ de CS^2. La masse jaunit immédiatement en virant peu à peu au rouge orangé à la fin de la réaction. On porte, pendant 15 minutes, au bain-marie à 40-45°, sous réfrigérant à reflux. Après refroidissement dans l'eau glacée, on précipite en ajoutant, lentement et sous agitation constante, 1500$^{cm^3}$ de SO^4H^2 N/20. A mesure de l'addition de l'acide, la solution devient laiteuse : un précipité blanc-crème, dont la texture rappelle celle de la fibrine, apparaît et se rassemble à la surface du liquide devenu limpide et incolore. (L'emploi d'une solution acide plus concentrée entraînerait la formation d'un précipité compact, difficile à laver.) Le précipité, essoré par serrage dans du papier-filtre, est conservé à *l'état humide*.

Ce précipité est insoluble dans l'eau, mais soluble dans les solvants organiques (CH^3OH, C^2H^5OH, CH^3COCH^3, $C^2H^4Cl^4$). On peut, pour purifier, répéter, à plusieurs reprises, la dissolution du produit dans l'alcool et la précipitation par l'eau; on élimine ainsi l'excès de CS^2 qui imprégnait le précipité. Le produit final est parfaitement blanc; il exhale une légère odeur alliacée.

En effectuant la réaction en présence d'un indicateur et en introduisant peu à peu la soude, on constate que la soude est absorbée rapidement, et ceci, avec une plus grande vitesse au début de la réaction qu'à la fin. L'action du CS^2 sur le protéide s'accompagnerait ainsi de la formation de nouvelles fonctions acides. La vitesse d'apparition de ces fonctions acides, la température relativement basse à laquelle on opère ainsi que la faible alcalinité du milieu semblent exclure l'hypothèse d'une hydrolyse du protéide traité.

Quant au produit thiolé formé, il se dissout peu à peu avec dégagement progressif de H^2S, lorsqu'on le chauffe avec un acide minéral, ce qui indique qu'on se trouve en présence d'une combinaison sulfurée hydrolysable.

La dessiccation altère le précipité qui devient alors insoluble dans l'alcool. Bien que, de ce fait, l'analyse ne puisse être opérée, on pourrait rapprocher cette réaction de l'action étudiée par Delépine [1] du CS^2 sur

---

[1] Delépine, *Comptes rendus*, 144, 1907, p. 1125.

les amines, qui donnent facilement des thio-sulfocarbamates suivant la réaction

$$R - NH^2 + CS^2 + KOH = R - NH - CSSK + H^2O,$$

ces dérivés étant solubles dans les solvants organiques. On est ainsi conduit à étendre aux protéides la réaction de Delépine.

En résumé, le sulfure de carbone transforme certains protéides en thio-dérivés, vraisemblablement par formation de groupes thio-sulfocarbamiques sur certaines fonctions aminées. Il est remarquable que cette modification de la molécule protéique la rend soluble dans les solvants organiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Alcoolyse de l'huile d'olive.* Note (1) de MM. **Yves Volmar** et **Björge Hansen**, présentée par M. Marcel Delépine.

Haller et ses élèves ont montré (2) qu'en traitant un corps gras par un alcool absolu, en présence de gaz chlorhydrique sec, on transforme les acides gras qu'il renferme en éthers des points de fusion moins élevés que les glycérides, mais dont la séparation est néanmoins pénible, même sous pression réduite (10^{mm} de Hg).

Nous nous sommes proposé de reprendre ces recherches en utilisant un dispositif distillatoire imaginé par nous, muni d'une colonne de Vigreux, d'un séparateur continu et d'une trappe refroidie à 50°, dans lequel nous pouvions, au moyen d'une pompe Gaiffe à grand débit, maintenir un vide inférieur à 1^{mm} de Hg et nous avons cherché à déterminer par cette technique la composition exacte d'une huile particulièrement importante au point de vue des fraudes dont elle est l'objet, l'huile d'olive.

500^g d'huile d'olive ont été chauffés 8 heures au bain-marie avec 1500^{cm^3} d'alcool méthylique absolu, renfermant 2 pour 100 de gaz chlorhydrique sec; après refroidissement, le mélange, qui était devenu limpide, s'est séparé en deux couches; la couche supérieure renfermant les éthers méthyliques formés a été séparée et privée d'alcool, et la couche inférieure chauffée de nouveau avec de l'acool méthylique chlorhydrique jusqu'à saponification complète.

Les éthers méthyliques obtenus ont été ensuite rectifiés à plusieurs

(1) Séance du 12 novembre 1935.

(2) *Comptes rendus*, **143**, 1906, p. 657 et 803; **144**, 1907, p. 462.

reprises dans notre appareil sous une pression qui n'a jamais dépassé 1^{mm} de mercure. La distillation doit être effectuée lentement à une cadence de 30-40 gouttes à la minute. Nous avons ainsi pu obtenir :

1° entre 127-135°, un distillat qui, rectifié à nouveau, a passé presque entièrement entre 131 et 139°; par refroidissement, il s'est pris en masse et les cristaux, après purification dans l'éther de pétrole, se sont présentés sous la forme de lamelles onctueuses, fusibles à 28° et que nous avons pu identifier par l'analyse avec le palmitate de méthyle;

2° entre 145-152°, un liquide limpide, ne cristallisant pas par refroidissement, constitué presque exclusivement par de l'oléate de méthyle.

Nous avons pu, dans ce distillat, mettre en évidence la présence, à côté de l'oléate de méthyle, de petites quantités d'éther linoléique, caractérisé par la formation de tétrabromure suivant la méthode indiquée par MM. Volmar et Samdahl [1].

3° il nous est resté dans les parties ne passant pas au-dessous de 160°, une faible quantité d'une substance qui s'est solidifiée par refroidissement; nous l'avons purifiée par plusieurs cristallisations dans l'alcool méthylique et nous avons obtenu finalement des cristaux blancs, fusibles à 54° et que nous avons pu identifier avec l'arachidate de méthyle.

Nous avons effectué suivant la même technique, l'alcoolyse d'un certain nombre d'échantillons d'huiles d'olives de provenance connue, Provence, Nice, Algérie, Maroc, Tunisie, huiles de première ou de deuxième pression, huiles de grignons. Dans tous les cas, nous avons trouvé contrairement à l'opinion généralement admise :

1° à côté de l'acide palmitique, environ 0^{g},19 pour 100 d'*acide arachidique* qui s'accumule dans les parties les moins volatiles des produits de l'alcoolyse;

2° comme acide gras liquide, à côté de l'acide oléique environ 1 pour 100 d'acide linoléique;

L'acide arachidique est donc un constituant normal de l'huile d'olive; sa teneur est d'autant plus faible que l'huile est elle-même plus pure.

0^{g},19 pour 100 dans les huiles de première pression;
0^{g},21 pour 100 dans les huiles de deuxième pression;
0^{g},23 pour 100 dans les huiles de grignons.

Ces résultats sont importants au point de vue de la recherche de l'huile

---

(1) *J. Ph. et Ch.*, 8e série, **7**, 1928, p. 106.

d'arachide dans l'huile d'olive. L'acide arachidique existant normalement à faible dose dans l'huile d'olive pure, il ne suffit pas pour caractériser la fraude de rechercher qualitativement cet acide, il peut être nécessaire de la doser et la méthode par alcoolyse est la seule qui permette d'effectuer ce titrage avec exactitude.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Paramètres cristallins du bromure double de cuivre et d'ammonium.* Note de M. **Alfred Silberstein**, présentée par M. Georges Urbain.

Kendricks et Dickinson (1) ont déterminé la structure des sels

$$Cl^2Cu.2ClR.2H^2O,$$

R étant un métal alcalin (K ou Rb) ou le radical NH^4. Ces sels cristallisent dans le système : quadratique; classe : holoédrique; groupe : $P4/mnm(D_{4h}^{14})$.

Deux groupes moléculaires $Cl^2Cu.2ClR.2H^2O$ entrent dans la maille élémentaire.

Nous avons mesuré les paramètres cristallins du bromure double de cuivre et d'ammonium.

$Br^2Cu.2BrNH^4.2H^2O$. — L'existence de ce corps a été signalée par M. Korninck (2).

Nous avons obtenu ce sel double en mélangeant des solutions concentrées de Br^2Cu et de $BrNH^4$ dans les proportions indiquées par la formule. La cristallisation fractionnée dans le vide sur de la potasse donne des cristaux verts, ayant la forme de prismes terminés par deux pyramides et applatis suivant la direction (110).

A titre de vérification, nous avons repris l'étude du sel double $Cl^2Cu.2(Cl.NH^4)2H^2O$ par les méthodes de Laue et du cristal tournant (3), nous avons retrouvé les résultats des auteurs américains.

Le bromure double de cuivre et d'ammonium est également quadratique, les examens cristallographiques montrent qu'il est isomorphe du chlorure.

(1) Hendrichs et Dickinson, *Journal of Americain Chemical Society*, **49**, 1927, p. 2149-62.

(2) Korninck, *Journal angew. Chemie*, **2**, 1888, p. 507.

(3) Hendricks et Dickinson ont travaillé à l'aide des diagrammes de Laue et de cristal oscillant.

Cette analogie est confirmée par les diagrammes de rayons X (diagrammes de Laue et de cristal tournant) :

N (nombre de molécules dans la maille élémentaire) = 2,

maille quadratique simple; groupe : $P4/mnm(D_{4h}^{14})$.

Les paramètres des mailles élémentaires des chlorure et bromure sont les suivantes :

Sels.	*a*.	*c*.	Densité observée.	Densité calculée.
$Cl^2Cu\,2ClNH^4\,2H^2O$ d'après nos mesures.	7,63 Å	7,97 Å	–	1,97
$Cl^2Cu\,2ClNH^4\,2H^2O$ d'après Hendricks et Dickinson	7,58 Å	7,96 Å	2,01	1,98
$Br^2Cu\,2BrNH^4\,2H^2O$	7,98 Å	8,41 Å	2,82	2,81

On remarque que l'accroissement de volume atomique relatif à l'halogène quand on passe du chlorure au bromure est d'environ $9(\text{Å})^3$, on observe le même accroissement dans le passage de $(Cl^6Pt)K^2$ à $(Br^6Pt)K^2$ [1].

Cette remarque peut prendre un certain intérêt si l'on pense que Hendricks et Dickinson supposent autour des atomes de cuivre un arrangement octaédrique des atomes d'halogène et des molécules d'eau. A partir des relations d'isomorphisme qui viennent d'être indiquées il est facile de déduire la structure du bromure double et celle du chlorure correspondant. La mesure des intensités des taches de réflexion permettra de vérifier cette structure et d'évaluer les paramètres.

GÉOLOGIE. — *Le quaternaire dans la région de Meknès* (Maroc). Note [2] de M. **Jacques Bourcart**.

La plaine, ou le plateau du Saïs, qui s'étend de Meknès à Fès, a été décrite par Louis Gentil [3], puis par M. F. Daguin [4]. Ses deux gradins, séparés par une faille, doivent leur horizontalité à un puissant revêtement de calcaires lacustres très durs, les calcaires du Saïs, attribués le plus souvent au Pliocène ou même au Pontien, mais que j'ai toujours considéré comme l'équivalent du Quaternaire marin *dur* (grès de Rabat, etc.).

---

(1) M. Mathieu, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 45, 1929, p. 1002.

(2) Séance du 12 novembre 1935.

(3) *Bull. Soc. Géographie commerciale de Paris*, 36, n° 6, 1914, p. 385.

(4) *Étude géologique de la région prérifaine*, in-8°, Montpellier, 1927, p. 402.

Ces calcaires contiennent, en effet, une faune de Mollusques presque identique à celles des travertins du Tadla, des calcaires de Tiznit ou des lacs interdunaires de Casablanca et totalement différente de la faune pliocène du Maroc oriental. En outre, sans qu'aucune pièce n'ait pu jusqu'ici permettre une détermination spécifique, des ossements ou des défenses d'éléphant, complètement ferruginisés comme ceux du lac interdunaire d'Aïn Haliliga (Mazagan), ont été recueillis en divers points, notamment au cours de recherches d'eau à l'Aïn Ma'rouf.

Les descriptions de mes prédécesseurs laissent croire que partout ce sont ces calcaires du Saïs, recouverts d'un manteau de *terra rossa*, qui se montrent à la surface du plateau. Cela est souvent vrai; mais, sur le site même des deux villes nouvelles de Meknès et de Fès, des incidents survenus après la construction de nombreux immeubles, nous ont amené à effectuer des recherches qui montrent qu'un autre terrain vient affleurer, recouvrant le calcaire du Saïs. Une même surface horizontale tranche ces deux formations qui, l'une et l'autre, sont dissimulées sous des limons rouges.

A Meknès, les calcaires du Saïs, dont la partie supérieure se marque dans l'Oued bou Fekrane par un abrupt très net, percé de carrières, sont tout d'abord recouverts par une brèche de blocaux arrachés à cette formation et cimentés par un enduit travertineux. Cette brèche, d'épaisseur variable, peut atteindre 2^m; elle se termine par une croûte calcaire d'exsudation, analogue à la carapace *acheuléenne*. Sur cette surface, extrêmement irrégulière, percée de puits, repose une quarantaine de mètres au moins d'un *tuf* crayeux, parfois pseudo-pisolithique.

Ce calcaire, pulvérulent, a le plus souvent un aspect très spécial : il est cloisonné par des lames d'argile formant des polyèdres de 2^{cm^3}. Les argiles sont d'un grès vert, brunes par taches, se divisant facilement en bandes parallèles, brillantes et satinées.

Par place, très irrégulièrement, des lentilles fusiformes, horizontales, de plusieurs mètres de longueur, se montrent au milieu du tuf.

A la partie supérieure, la formation est interpénétrée par les limons rouges. Souvent, dans son sein, on trouve des poches d'« argile » rose, qui n'est qu'un produit de lévigation des limons. On y rencontre des blocs, parfois d'énorme dimension, de calcaire du Saïs, revêtus d'enduit stalagmitique rose. Ils sont manifestement en mouvement.

Les travaux d'urbanisation ont souvent amené le flétrissement de la structure polygonale du tuf. Celui-ci est alors transformé en boue fluente par les

eaux d'infiltration d'origine météorique ou ménagère. Il en est résulté de désastreux glissements.

A Fès, sur l'emplacement de la ville nouvelle ou au nord-ouest de la Médina, les conglomérats très durs, qui sont l'équivalent du calcaire du Saïs, sont revêtus par la même craie ([1]), mais très riche en dragées et en roseaux fossiles jusqu'à former un véritable travertin. Cette formation est exploitée en grandes carrières pour servir de matériau pour le « toub » dont sont faites les maisons arabes.

On peut, par suite de sa position stratigraphique, assimiler cette formation aux calcaires crayeux à *Helix* de l'Aguedal de Rabat, équivalent des couches fossilifères de Témara, peut-être aux craies blanches à Antilopes et Bubales du Bou Ladjéraf près de Taza. C'est certainement aussi un dépôt de lac; mais peut-être de lac temporaire, marécage ou merdja.

Les puits de recherches, effectués pour résoudre un problème de fondations, nous ont en outre appris que les terres rouges du Saïs sont une formation totalement indépendante, débutant par un cailloutis, un véritable limon d'inondation, et non une *terra rossa* résidu de la dissolution du calcaire.

La structure polygonale des tufs du Saïs pose, elle aussi, des problèmes difficiles tant au point de vue de sa genèse que des conséquences techniques graves qu'entraîne toute perturbation dans son équilibre hydrique.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte de nummulites dans les grès nummulitiques des Alpes-Maritimes et sur l'origine de cette série de couches.* Note de M. **Sivasunden Deb**, présentée par M. Henri Douvillé.

Postérieurement à la découverte d'une Lépidocycline de petite taille dans un grès placé au milieu de la formation des grès d'Annot ([2]), j'ai rencontré, dans d'autres échantillons de la même série arénacée, quelques micro-organismes de petite taille, qui me permettent de préciser davantage l'âge de ce complexe gréseux.

A Contes et auprès du Col de Nice, on trouve une série assez grossière avec peu d'intercalations argileuses, développée directement au-dessus des

([1]) Déjà signalée par Louis Gentil (*Bull. Soc. géologique de France*, 4e série, **18**, 1918, p. 155).

([2]) *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 841.

marnes bleues priaboniennes. Cet ensemble de couches marno-gréseuses, micacées, de couleur variant entre le brun foncé et le gris blanchâtre, constitue la base de l'épaisse série des grès grossiers du type d'Annot. Ces dépôts, formant la base de la série, sont plutôt littoraux avec des conglomérats grossiers et des grès à gros grains et quelques rares intercalations de faciès marneux. Par contre, à Berre, dans l'axe du synclinorium, les dépôts du sommet de la formation sont seulement néritiques, avec des grès à éléments fins, absence de conglomérats grossiers et, de nouveau, des intercalations argilo-marneuses. L'augmentation progressive de la profondeur de la mer alpine au cours de ces dépôts est bien marquée par le changement graduel des sédiments de cette formation.

Les micro-fossiles que j'ai recueillis sont de petites dimensions. Dans la région de Berre, au sommet de la formation, j'ai trouvé dans une préparation deux espèces différentes. La première est une section équatoriale de Nummulite de petite taille, son diamètre n'atteignant pas 1^{mm}. M. H. Douvillé, qui a bien voulu examiner mes préparations, considère que cet organisme a une parenté très étroite avec les Nummulites du couple *contortus-striatus*.

Le second micro-fossile que j'ai trouvé dans la même région de Berre pourrait, d'après M. Douvillé, être rapporté à *N. intermedius* de l'Oligocène. Ce micro-fossile montre seulement les réseaux superficiels, très serrés, à mailles polygonales, irrégulières, arrondies à leurs extrémités. Il y a quelques impressions fines de granules. La dimension moyenne est $1^{mm},40$.

Le troisième fossile a été trouvé dans la région de Saint-Antonin dans un grès à éléments fins, contemporain du Grès d'Annot et reposant sur le Priabonien raviné par un conglomérat très grossier. Il se présente en section axiale, associé à beaucoup de Textulaires. Ses diamètre et épaisseur sont respectivement de $0^{mm},93$ et de $0^{mm},41$. Cette Nummulite ressemble beaucoup à *N. incrassatus* de La Harpe.

Les formations nummulitiques arénacées dans la région des Alpes-Maritimes étaient considérées jusqu'ici comme azoïques et l'âge de cette série était douteux. La découverte d'une Lépidocycline au milieu de la série des Grès d'Annot et la rencontre de niveaux à petites Nummulites, tantôt au sommet de ces grès, tantôt vers leur base, donnent un cachet nettement oligocène à la faune, jusque-là inconnue dans les Alpes-Maritimes, de cette formation.

D'autre part, toutes les séries gréseuses nummulitiques rencontrées dans

les différents synclinaux des Alpes-Maritimes dérivent manifestement de la même origine. Ces grès sont tous à ciment de carbonate de chaux et caractérisés par la présence des mêmes constituants lithologiques. Dans le Grès d'Annot typique, qui a une épaisseur de 300ᵐ environ, on trouve, à la base de la formation, une abondance de Grenat, Zircon, Tourmaline, Biotite et quelques rares morceaux de Staurotide et Andalousite, tandis qu'au sommet de cette série, les éléments précédents diminuent considérablement et qu'il y a augmentation des minéraux du groupe dès alumino-silicates, tels que Andalousite, Staurotide, Zoïsite. La plupart des éléments de la base de la série ont une allure très usée et il semble qu'ils proviennent de la destruction de sédiments antérieurs. Cela permet de penser qu'au début de la formation des Grès d'Annot s'est surtout produite une érosion de roches superficielles sédimentaires et éruptives. Puis, progressivement, les roches plus profondes du massif cristallin du Mercantour ont été attaquées jusqu'à la cata-zone de métamorphisme, qui a fourni l'abondance de minéraux alumino-silicatés de métamorphisme rencontrés au sommet de la série. Il est intéressant de rapprocher cette hypothèse du fait qu'actuellement le Massif du Mercantour se montre assez profondément érodé pour ne plus laisser apparaître que des gneiss et micaschistes avec amphibolites, autour d'un noyau granitique central.

GÉOLOGIE. — *Sur la répartition des basses alluvions dans la vallée de la Loire.* Note de M. G. **Denizot**, présentée par M. Lucien Cayeux.

Les diverses études sur les terrasses de la Loire concordent pour distinguer un Bas-niveau vers 15^m sur ce fleuve : les alluvions, épaisses d'une quinzaine de mètres, ont fourni l'industrie moustérienne, et leur base contient du Chelléen. Mais si le niveau a bien 15^m vers l'embouchure, j'ai reconnu ([1]) qu'il fléchissait à 11^m près d'Angers, reprend 15^m vers Bourgueil, puis s'élève à 21 ou 22^m en amont d'Orléans.

Ces variations s'expliquent par des écarts de profils, modifiant les pentes du septième seulement : faible proportion, vu les inégalités d'une section à l'autre et les variations annuelles en un même lieu.

([1]) G. Denizot, *Revue scientifique* du 10 mai 1930, 68, p. 266; *Soc. archéol. vendômois*, 69, 1930, p. 40. Antérieurement, j'avais raccordé ces terrasses de 21-22^m à un Moyen-niveau, qui est en réalité plus élevé.

Cependant, autour d'Orléans, les choses sont plus complexes. De Vineuil près Blois, deux terrasses, à 22 et 15^{m}, se suivent étagées jusqu'à Olivet où elles ont 21 et 17^{m}, celle-ci datée par du Moustérien. En amont, ces deux terrasses deviennent indistinctes [1].

En face, à Orléans, il apparaît une terrasse de 18^{m} qui plus loin, à Châteauneuf, s'élève à 21^{m} : elle a fourni là du Chelléen à sa base (6^{m}), en haut l'Acheuléo-moustérien.

En amont, un niveau unique a 19^{m} à Gien et 17^{m} à Briare.

Ainsi le Bas-niveau venant de l'amont se surélève et se subdivise vers Orléans : la subdivision supérieure se suit devant Blois, et c'est l'inférieure qui se prolonge par les basses terrasses de l'aval. Cet épisode vers la fin du remblaiment de Bas-niveau concorde avec le déplacement vers l'Ouest du coude de la Loire.

Certaines études [2] ont signalé des alluvions plus basses, spécialement dans les parties élargies de la vallée.

A droite de la Vallée d'Anjou, une terrasse de 5^{m} repose sur le Primaire à Trélazé et sur le Cénomanien à Mazé, bien séparée de la basse terrasse qui atteint ici 11^{m} : les terrasses de Vivy et de Lécé-Montachamps, 6^{m}, sont étagées sous la basse terrasse de Bourgueil (15-16) : toutes ces très basses alluvions paraissent minces. En face, le Véron est à 7^{m} [3].

A gauche du Val d'Orléans, de Saint-Cyr à Sully, une surface alluviale est nettement étagée sous les basses terrasses. Les écarts de cette surface, de 8 à 10^{m} sur la Loire, reproduisent de semblables inégalités de la surface des vals et des alluvions actuelles et ne constituent nulle part une subdivision. Les alluvions reposent sur le Miocène à 5 ou 6^{m} au-dessus de la Loire.

Il existe donc de très basses terrasses, qui d'après leur allure peuvent se constituer dès l'embouchure vers la cote 5, et se suivent au moins jusqu'à

---

(1) Ces dispositions ont été données comme *terrasses polygéniques* (E. Chaput, *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 2187; *Bull. Soc. géol. Bretagne*, **5**, 1924, p. 197), et expliquées par des glissements du lit. Mais nous avons ici des paliers étagés, et non la surface inclinée vers le talweg visée par cette théorie. D'ailleurs à l'aval d'Orléans la vallée est à peu près rectiligne et assez étroite : les déplacements latéraux du lit ne peuvent intervenir comme facteur de variations des hauteurs. J'ai montré que cette théorie polygénique ne convenait pas non plus à la Garonne (*Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **67**, 1928, p. 346).

(2) E. Chaput, *Terrasses alluviales de la Loire*, 1917; G. Denizot, *Soc. scient. Angers*, 68, 1928, p. 71; R. Dion, *Le Val de Loire*, 1934.

(3) La cote 43 inscrite sur la carte, NW d'Avoine, est fausse : elle se rectifie à 36, d'après les repères voisins du Nivellement général.

Briare. Elles sont emboîtées dans les basses terrasses, mais n'ont qu'une faible épaisseur : leur constitution a la signification d'un temps d'arrêt plus que d'un remblaiment autonome.

Le Quaternaire offre donc dans la vallée de la Loire, à partir des anciens niveaux vers 30^m, la succession suivante : 1° une régression, lors de l'époque chelléenne, abaissant la mer et les talwegs près de leurs situations actuelles ou même plus profondément; 2° une transgression marine vers la cote $+15$, la création corrélative dans la vallée de basses terrasses, avec des inégalités et complications dues à des modifications de profils; 3° une nouvelle régression, au cours de laquelle un stationnement vers $+5$ a déterminé un très bas niveau; 4° la suite de cette régression, conduisant la mer à un niveau bien inférieur à l'actuel, vers -30, avec creusement de la vallée jusqu'à plus de 10^m encore sous l'étiage à Saumur; 5° la transgression flandrienne, à l'issue de laquelle la mer et les talwegs ont atteint des situations voisines des actuelles et constitué le niveau récent avant l'âge du Bronze; 6° de faibles variations modernes.

Il n'est pas possible de raccorder les terrasses par la seule considération des hauteurs brutes au-dessus des étiages : les niveaux alluviaux présentent des écarts, dont l'explication est donnée par des modifications hydrométriques.

GÉOLOGIE. — *Stratigraphie des alluvions quaternaires anté-wurmiennes du Grésivaudan et de la vallée de Chambéry.* Note de M. **Franck Bourdier**, présentée par M. Charles Jacob.

Ces alluvions se présentent sous forme de lambeaux de terrasse, dominant parfois de 150^m et plus, les bords des plaines d'alluvions modernes de l'Isère et de la Leysse. J'ai étudié leurs affleurements aux environs de Grenoble (Eybens, Saint-Nazaire), de Chapareillan (La Flachère, la Gache, ravins du Furet et du Cernon) et de Chambéry (Voglans, Sonnaz, la Croix-Rouge). Leur partie inférieure montre des sédiments lités (à varves) contenant des intercalations morainiques et devant dater du retrait d'une glaciation anté-wurmienne, probablement de Riss; au-dessus viennent des lignites franchement interglaciaires et des alluvions fluviatiles; le tout est raviné par la glaciation la plus récente qui est, par définition, le Wurm.

Reprenons l'étude plus détaillée de ces diverses formations. Les sédiments lités, sables fins ou argiles, apparaissent entre les cotes 240-280,

alors que le thalweg actuel est aux cotes 255-220. A Eybens, les argiles, ayant au moins 40^{m} de puissance, ne contiennent pas le moindre gravier. Elles se présentent en bancs épais de 15 à 20^{cm}, formés chacun de lits gris foncé et séparés par des lits gris clair, dont l'épaisseur varie de 1^{cm} à moins de 1^{mm} et qui s'amincissent et s'espacent de la base vers le sommet de chaque banc. Ces bancs, tous semblables, témoignent de l'influence de phénomènes périodiques dans la sédimentation : chacun semble correspondre à un dépôt annuel et chaque lit doit marquer seulement une modification de faible durée dans ce dépôt. Ainsi, nos 40^{m} d'argile se seraient formés en deux ou trois siècles au plus (1). Ces curieux sédiments lités se sont probablement déposés dans un lac formé à l'aval du glacier anté-wurmien en voie de retrait. Il y aurait eu des retours de ce glacier dans le lac, témoignés par des intercalations morainiques dans les sables qui sont signalées à Voglans (2), à la Croix Rouge (2) et à la Gache (3). A Eybens et à la Gache, dans les sédiments lités, paraissent emboîtés des sables plus grossiers, montrant à la Gache une structure de delta lacustre et passant vers le haut à des alluvions à galets roulés.

Cet *emboîtement* s'explique si l'on admet que les sédiments lités ont épousé en se déposant la forme de la cuvette lacustre : les deltas déposés ensuite au fond du lac se sont trouvés en contre-bas des sédiments lités déposés avant eux sur les bords. Sur ces bords se sont alors formés des dépôts palustres, en particulier des limons à Gastropodes, et des lignites, dont on ne trouve que quelques traces à Eybens, mais qui atteignent de 1 à 4^{m} d'épaisseur dans les régions de Chapareillan et de Chambéry, où ils forment peut-être deux complexes : celui de Voglans (cote 280) et celui de La Flachère-Sonnaz (cote 320-330). Vivien (2) signale dans ce lignite des feuilles de buis (4) qui indiquent un climat voisin du nôtre, donc franche-

(1) Si l'on admettait que chaque lit représente les dépôts d'une année on arriverait à une durée invraisemblablement longue et la variation périodique de ces lits, qui détermine les bancs, serait difficilement explicable.

(2) J. Vivien, *Bull. Soc. hist. nat. Savoie*, 2e série, 3, 1895, p. 170.

(3) D. Hollande, *Bull. Soc. hist. nat. Savoie*, 2e série, 4, 1896, p. 16-23. — Cette intercalation de la Gache est la seule qui soit incontestablement en place; malheureusement elle n'est pas, comme les deux autres, directement recouverte par les lignites; il peut donc subsister quelques doutes sur son âge.

(4) J'ai aussi trouvé au Furet une empreinte, examinée par M. Depape, et qui me paraît identique, comme forme, à la feuille de *Buxus sempervirens* var. *angustifolia Mill. Loud.*

ment interglaciaire. Le comblement continuant, favorisé peut-être par un affaissement de la région suivie d'exhaussement, les nappes de galets roulés se déposèrent jusqu'à la cote 500 à Eybens, recouvrant soit les lignites, soit des cônes de déjection à matériaux locaux observables à Eybens (étudié par P. Lory) à Saint-Nazaire, au Cernon etc.

Nos alluvions anté-wurmiennes sont ravinées par des formations torrentielles ou fluvio-glaciaires et par les vallum bien conservés de la glaciation wurmienne qui descendent jusqu'au niveau de la plaine alluviale moderne.

M. P. Lory considérait la partie de nos alluvions, « emboîtée » dans les sédiments lités à Eybens, comme formant un deuxième complexe alluvial déposé après le Wurm et recouvert par les moraines du « stade d'Eybens » (Néowurmien de W. Kilian). L'interprétation que j'ai donnée de cet emboîtement, me permettant de ne conserver qu'un seul complexe, me semble plus simple et plus conforme aux faits observés. W. Kilian plaçait entre le Wurm et le Néowurm les alluvions à lignites interglaciaires de Chapareillan et de Chambéry, qui constituaient ainsi le seul argument solide en faveur de l'individualité de son Néowurmien. Leur étude m'a montré qu'elles sont certainement antérieures au Wurm par suite de leurs ressemblances avec celles du premier complexe d'Eybens, considéré par W. Kilian lui-même comme anté-Wurmien, et avec celles de la Suisse (1), contenant des « charbons feuilletés » semblables à nos lignites, et dans lesquelles on a trouvé *Elephas antiquus* du Quaternaire ancien.

En résumé les faits que je viens d'exposer semblent confirmer l'existence de deux glaciations dans les Alpes françaises ; ils me conduisent à placer les lignites de la région Chapareillan-Chambéry dans un interglaciaire antéwurmien et à mettre fort en doute l'existence du Néowurmien.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Le fleuve Mahajamba à Madagascar et ses captures temporaires par le Kamoro.* Note (2) de M. **Raymond Decary.**

La côte nord-ouest de Madagascar est marquée par une série d'immenses baies dans lesquelles aboutissent des rivières au cours subméridien approximativement parallèles. La Mahajamba notamment atteint la mer dans une

(1) Ressemblance déjà signalée par M. M. Gignoux, *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 8, 1934, p. 99.

(2) Séance du 23 septembre 1935.

baie encombrée de palétuviers à 80^{km} au nord-est de Majunga, et la Betsiboka, grossie sur sa rive droite du Kamoro, se jette dans la baie de Bombetoka près de Majunga.

Depuis 1864, la Mahajamba a subi de la part du Kamoro deux captures successives séparées par une période pendant laquelle elle a repris son cours primitif. Il y a quelques mois, elle a de nouveau changé de direction, c'est-à-dire pour la cinquième fois en moins d'un siècle.

Ce fleuve, long de 290^{km}, naît dans la région de Marotsipoy et passe à l'ouest de la ville de Tsaratanana. A sa sortie des terrains cristallins et après avoir franchi les rapides du Tampoketsa, il traverse les sables triasiques de la dépression périphérique, puis les formations laguno-marines du Jurassique moyen.

En cet endroit il arrive dans la plaine marécageuse d'Andranolava, que bordent à l'ouest les pentes du plateau de Maroadabo. Au milieu de cette plaine, il s'étale dans un lit sans profondeur pour atteindre plus au Nord la mer par une trouée à travers les calcaires de l'Ankarafantsika.

Dans cette plaine aussi coule parallèlement un petit affluent de droite, appelé lui-même Andranolava qui n'atteint la Mahajamba que plus au nord, en aval du village de Tongarezy.

C'est un peu au nord du village d'Andranolava, dans la région de la plaine d'Anjialava, que le Kamoro, dans son cours moyen, a capté à deux reprises la Mahajamba par l'intermédiaire d'un affluent, le Kabango.

Avant 1864 (1), le lit de la Mahajamba au nord d'Andranolava se trouvait à l'ouest du ruisseau du Mandravolanjana actuel. Les côtes allaient de 80^{m} à Andranolava, à 57^{m} à 25^{km} en aval, au confluent du Kimangoro.

En 1864 se produisit une première capture par le Kamoro, sur laquelle on manque de renseignements précis.

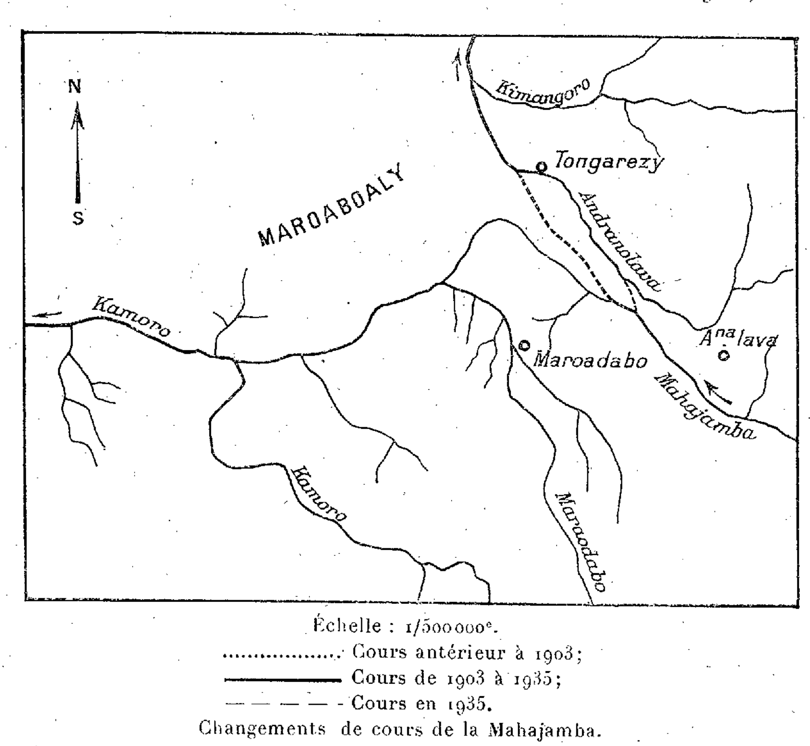
Cette capture fut suivie d'un retour au thalweg primitif, mais en temps de crue une partie de la Mahajamba continuait à s'écouler dans le Kamoro par l'intermédiaire du Kabango.

En février 1903 (2), le Kabango qui se trouvait à une cote un peu inférieure et n'était séparé de la Mahajamba que par le seuil de Tsinjorano, capta de nouveau cette dernière à la suite de pluies diluviennes. Les terres latéritiques du seuil qui n'était haut que d'une dizaine de mètres furent désagrégées et les eaux de la Mahajamba se déversèrent de nouveau dans le Kamoro.

(1) M. Longuefosse, *Bull. Acad. malgache*, **13**, 1930, p. 102.
(2) Jean Tilho, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 752.

Un équilibre stable semblait alors s'être établi; le fleuve dans son nouveau lit coulait entre des berges nettes, et l'ancien cours d'eau que les Malgaches avaient dénommé Mahajamba maty (morte), transformé en une dépression marécageuse, disparaissait sous une couverture de joncs et de roseaux. Il ne retrouvait d'eau que plus au nord, à partir du confluent du Kimangoro.

Au cours de la première quinzaine du mois de février 1935, des pluies



Échelle : 1/500000e.
.... Cours antérieur à 1903;
———— Cours de 1903 à 1935;
— — — — Cours en 1935.
Changements de cours de la Mahajamba.

d'une abondance inusitée tombèrent dans tout le bassin supérieur de la Mahajamba; le fleuve monta de plusieurs mètres à l'entrée de la plaine alluvionnaire et, ne pouvant s'étendre vers l'ouest où il était arrêté par les contreforts du plateau de Maroadabo, s'étala en direction de l'est où il rejoignit son propre affluent de droite, l'Andranolava; il emprunta le lit de ce dernier en l'élargissant fortement et, par son intermédiaire, retrouva plus au nord son thalweg primitif, un peu en aval de Tongarezy. En même temps, la déviation vers le Kamoro par l'affluent du Kabango s'ensablait rapidement.

Aujourd'hui la quantité d'eau qui s'écoule par le Kabango est insi-

gnifiante et l'ancien lit sera pratiquement à sec au mois d'octobre prochain.

Par contre la rivière Andranolava, qui n'avait que quelques mètres de largeur, atteint maintenant une quarantaine de mètres à hauteur du Tongarezy.

On relève donc ainsi l'existence de cinq modifications successives :

1° Antérieurement à 1864, cours nord-sud; 2° en 1864 et pendant une durée qui ne peut être déterminée d'une façon précise, capture par le Kamoro; 3° retour au lit primitif; 4° en 1903, deuxième capture par le Kamoro; 5° en 1935, le fleuve, empruntant la vallée de l'Andranolava, coule de nouveau vers le nord.

Il est fort possible que de nouvelles crues entraînent une fois de plus une capture par le Kamoro.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'assimilation de l'acide oxalique par l'*Aspergillus niger. Note de MM. **Denis Bach** et **Jean Fournier**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

En 1925, l'un de nous ([1]) a établi que l'action infertilisante de l'acide oxalique doit être attribuée à la molécule non dissociée (COOH—COOH) ou aux ions (COOH—COO—). Peu après, T. Sakamura ([2]) en s'inspirant de notre technique, montrait que l'acide oxalique, à concentration suffisamment faible, peut servir d'aliment carboné à l'*Aspergillus niger*, mais que l'absorption ne se fait que lorsque le milieu renferme des molécules (COOH—COOH) nonionisées. Ces résultats cadrent parfaitement avec le fait aujourd'hui bien connu que la perméabilité de la cellule végétale s'exerce avant tout à l'égard des molécules non dissociées.

Nous avons d'abord repris, avec l'*Aspergillus niger*, les expériences de Sakamura et nous sommes arrivés aux mêmes résultats : dans les cultures directes à partir des spores, l'acide oxalique n'est assimilé que si le milieu est assez acide pour contenir encore des molécules (COOH—COOH) non dissociées. Mais les variations considérables qui surviennent dans la composition du milieu par suite de la longueur de la culture, en particulier dans la concentration des ions H, provoquent des modifications incessantes dans

([1]) D. Bach, *Thèse Sciences*, Paris, 1925.
([2]) T. Sakamura, *Japan. Journ. of Bot.*, 3, 1927, p. 207.

l'état de dissociation de l'acide oxalique, ce qui rend l'interprétation des faits difficile.

Si l'on place au contraire un mycélium déjà développé et de masse relativement considérable sur une solution nutritive renfermant l'acide oxalique, on se met en partie à l'abri des causes d'erreur inhérentes à la méthode de culture directe. Nous avons utilisé dans ces expériences des mycéliums de 5 jours développés sur un milieu synthétique (glucose, NO^3NH^4, sels minéraux) et pesant environ 200^{mg}. On les fait agir, après les avoir débarrassés de toute trace du milieu initial, sur des solutions nutritives de composition variée, mais renfermant toujours 140^{mg} d'acide oxalique par fiole. La réaction s'effectue à l'étuve à 30°.

Première série. — Milieux complets, glucosés, ajustés à pH 2,08, 2,93, 3,90 et 4,87. Dans tous les cas, la consommation de l'acide oxalique est élevée et atteint 9 à 15^{mg} en 8 heures.

Deuxième série. — Mêmes milieux glucosés, mais additionnés d'un tampon : phtalate ou citrate de soude et ajustés à pH 4,15 et à pH 4,97. La consommation est ici beaucoup plus élevée et atteint en 8 heures 30^{mg} (milieu au phtalate à pH 4,15) et 19^{mg} (milieu au citrate de pH 4,97). Cela correspond à une énorme augmentation de poids des mycéliums qui doublent et même triplent de poids en 24 heures.

Troisième série. — On supprime le glucose des milieux, ce qui ne permet plus le développement du mycélium. Malgré l'absorption de l'acide oxalique, les voiles n'augmentent pas de poids, même après 24 heures. Les résultats détaillés de cette expérience sont donnés ci-dessous :

	pH initial.	Après 8 heures. pH.	Acide oxalique disparu.	Poids du mycélium.	Après 24 heures. pH.	Acide oxalique disparu.	Poids du mycélium.
I......	2,75	3,24	15	202	3,30	30	192
		3,20	10	192	4,10	28	192
II......	3,31	3,67	10	208	3,98	19	171
		3,63	9	200	3,82	15	170
III......	3,95	4,69	13	195	5,47	16	171
		4,69	13,5	205	5,53	16	174
IV......	5,29	5,81	4	184	5,85	5	161
		5,76	4	180	5,95	5,5	161
V......	6,25	6,30	2	188	6,38	1	164
		6,33	1	186	6,35	1	160

L'absorption de l'acide oxalique est manifeste au bout de 8 heures dans les trois premiers milieux et, même dans le milieu IV dont le pH initial est égal à 5,29, elle atteint encore 4^{mg}. Mais à partir de la huitième heure, le pH étant passé à 5,80, l'absorption est pratiquement supprimée : 1^{mg} dans

les 16 heures suivantes. L'absorption est aussi pratiquement nulle dans le milieu V où le pH initial est égal à 6,25. Les variations de la concentration des ions H dans le sens de l'alcalinisation sont visiblement conditionnées par la seule absorption de l'acide.

Les courbes de dissociation de l'acide oxalique montrent que la molécule neutre atteint une concentration pratiquement nulle dans les milieux à pH 3,5. La forme (COOH — COO) passe par un maximum à ce pH et se dissocie intégralement à pH 6,5 environ. L'absorption que l'on observe au delà de pH 3,5 ne peut s'expliquer que par la pénétration de la forme *oxalate acide* concurremment avec celle de la molécule non ionisée dans les milieux plus acides. Cela confirme les données obtenues par l'un de nous sur le pouvoir infertilisant de l'acide oxalique. Par contre les résultats ainsi obtenus avec la méthode des voiles préformés s'opposent, sur un point tout au moins (absorption de la forme *oxalate acide*) aux faits observés par Sakamura et par nous-mêmes en utilisant la méthode des cultures directes. La raison de ces divergences ne nous apparaît pas clairement et appelle de nouvelles recherches.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence, dans le* Bacillus tumefaciens, *d'une endotoxine capable de provoquer la formation de tumeurs chez les végétaux.* Note de MM. **André Boivin**, **Max Marbe**, Mme **Lydia Mesrobeanu** et M. **Petre Juster**, présentée par M. Félix Mesnil.

Ainsi que deux d'entre nous l'ont montré [1], de nombreuses bactéries renferment un complexe glucido-lipidique qui représente à la fois l'antigène somatique *complet* (antigène O), responsable de la spécificité de type de ces bactéries, et le constituant principal de leur endotoxine. Pour isoler cette substance, il suffit de traiter les bactéries par l'acide trichloracétique : les protéines microbiennes sont coagulées par le réactif et le complexe antigénique diffuse hors des cadavres bactériens [2].

---

[1] A. Boivin et L. Mesrobeanu (en collaboration avec I. Mesrobeanu et avec B. Nestorescu), *C. R. Soc. Biol.*, **114**, 1933, p. 307; **115**, 1933, p. 306; **118**, 1934, p. 612 et 614; **118**, 1935, p. 727 et 1671; **119**, 1935, p. 209. *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 2124 et 2211; **201**, 1935, p. 168.

[2] Voir A. Boivin, L. Mesrobeanu et I. Mesrobeanu, *Arch. roumaines Path. exp. et Microbiol.*, **8**, 1935, p. 45 à 86; A. Boivin et L. Mesrobeanu, *Revue d'Immunologie* (sous presse). — Ces deux Mémoires renferment une description détaillée de la technique à l'acide trichloracétique.

La technique à l'acide trichloracétique nous a permis d'isoler l'antigène complet renfermé dans le *Bacillus tumefaciens*.

Il s'agit d'une substance solide, dont les solutions aqueuses sont opalescentes et qui n'est pas du tout dialysable. Sa microanalyse élémentaire (méthodes de Pregl) donne les résultats suivants (pour 100) :

C = 44,0; H = 7,4; N = 1,7; P = 1,0; cendres sulfuriques = 4,8. A l'hydrolyse acide (ClH), elle libère 40,8 pour 100 de son poids de sucres réducteurs (exprimés en glucose) et 18,1 pour 100 de son poids d'acides gras. Chauffée à 100°, en milieu faiblement acidulé par l'acide acétique, elle perd ses acides gras et laisse en solution sa fraction glucidique sous forme d'un polysaccharide lentement dialysable (antigène « résiduel »).

Le complexe glucido-lipidique est spécifique, car il précipite à haute dilution et spécifiquement par le sérum antibactérien obtenu en injectant le *Bacillus tumefaciens* au lapin. Comme il est de règle, cette spécificité est due à la fraction glucidique du complexe et le polysaccharide libre précipite lui aussi par le sérum antibactérien. Des expériences de dialyse fractionnée nous ont montré que les bactéries non autolysées ne renferment pas d'antigène résiduel préformé, en addition à l'antigène complet qui constitue autour de 3 pour 100 de leur poids sec. Le complexe est antigénique au sens plein du terme, car, injecté au lapin à doses répétées, il déclenche l'apparition de précipitines dans le sang de l'animal. Il mérite donc bien l'appellation d'antigène complet.

L'antigène complet est doué d'une certaine toxicité pour l'animal, mais il faut atteindre $0^{mg},5$ à 1^{mg} de substance pour tuer la souris par injection intrapéritonéale, alors qu'on tue le même animal avec des doses dix fois moindres des antigènes complets extraits des microbes du groupe Eberth-colibacille. Quant à l'antigène résiduel, il est, selon la règle, dépourvu de toute toxicité.

Injecté dans de jeunes tiges d'*Heliantus annuus* (Grand Soleil), l'antigène complet du *Bacillus tumefaciens* provoque le développement de tumeurs organisées aux dépens de la région corticale de la tige. Ces tumeurs, qui sont déjà nettement formées au bout d'un mois, atteignent leur plein développement après deux à trois mois. Elles ressemblent alors beaucoup, par leur taille et par leur aspect extérieur, aux tumeurs obtenues parallèlement sur d'autres pieds de la même plante, par injection du *Bacillus tumefaciens* vivant. Nous avons obtenu des tumeurs chez 28 individus sur 36 injectés avec l'antigène du *Bacillus tumefaciens* et chez 30 individus sur 36 injectés avec la bactérie vivante. 36 témoins injectés avec du sérum

physiologique et 36 témoins injectés avec de l'antigène complet extrait d'un bacille du groupe Eberth-colibacille, le bacille d'Aertrycke, n'ont donné lieu au développement d'aucune tumeur. Quelques essais, pour provoquer la formation de tumeurs chez le *Pelargonium*, par injection d'antigène *tumefaciens*, sont restés sans succès, la majorité des plantes mourant rapidement après l'injection. Il y a là sans doute une question de dose à préciser.

Ainsi l'endotoxine spécifique renfermée dans le *Bacillus tumefaciens* semble bien être responsable de la formation des tumeurs chez les plantes infectées par cette bactérie. Il serait d'un haut intérêt de rechercher si la tubérisation des racines d'Orchidées et si la formation de nodosités sur les racines des Légumineuses s'expliquent de même par l'intervention d'une endotoxine présente dans les microorganismes qui infectent ces racines. Quant au mécanisme qui provoque la multiplication des cellules végétales, sous l'action de l'endotoxine du *Bacillus tumefaciens*, il reste bien entendu aussi obscur que le mécanisme qui amène les cellules animales à proliférer sous l'influence des substances « carcinogéniques ».

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Immunité et hypersensibilité du* Pelargonium *vis-à-vis des réinfections par le* Bacterium tumefaciens. Note de M. **Joseph Magrou**, présentée par M. Antonin Gosset.

Divers auteurs ont observé que des plantes portant des tumeurs expérimentales provoquées par le *B. tumefaciens*, offrent un état réfractaire plus ou moins prononcé vis-à-vis des réinoculations du même germe. Le fait a été signalé pour le *Chrysanthemum frutescens* par E. F. Smith, M[lle] Brown et M. Townsend (¹); pour le *Pelargonium zonale* par M. Arnaudi (²). Par contre M. Riker, chez la Tomate (³), M. Nobécourt chez le Ricin et l'Euphorbe n'ont rien constaté de semblable (⁴).

Nous avons pratiqué des réinoculations chez des *Pelargonium* inoculés depuis trois à quatre mois et portant des tumeurs volumineuses, en pleine activité. Les tiges précédemment inoculées ont reçu, dans chacun des

(¹) E. F. Smith, N. A. Brown et C. O. Townsend, *U. S. Depart. Agric., Bureau Plant Industry*, Bull. n° 213, 1911, p. 177.

(²) C. Arnaudi, *Atti Soc. Ital. Sc. nat.*, Milan, 6, 1925, p. 230-238.

(³) A. J. Riker, *Journ. Agri. Res.*, 32, 1926, p. 83-96.

(⁴) P. Nobécourt, *Thèse Fac. Sciences*, Lyon, 1927, p. 139.

entre-nœuds situés au-dessus de la tumeur, cinq piqûres d'une aiguille infectée avec une culture de 48 heures de *B. tumefaciens*.

Dans quelques cas, un ou deux entre-nœuds situés au-dessous de la tumeur ont été inoculés aussi. Dans chaque série d'expériences des *Pelargonium* témoins, non inoculés antérieurement, ont été traités de même, par groupes de cinq piqûres échelonnées le long de la tige.

Résultats. — 1° *Témoins.* — Chez tous les témoins, comme c'est l'habitude, aucune réaction appréciable ne s'est manifestée au niveau des piqûres, dans les premiers jours qui ont suivi l'inoculation. Puis, vers le quinzième jour en moyenne, sont apparues, aux points inoculés, de minimes excroissances, qui, augmentant progressivement de volume, ont généralement fini par se confondre avec leurs voisines, d'où la formation, à chaque entre-nœud, d'une tumeur volumineuse. Les inoculations sans résultat sont en faible proportion : 16 sur un total de 126 piqûres (soit 11,26 pour 100) dans la dernière série, comportant 7 témoins inoculés le 1er mai 1935.

2° *Plantes réinoculées.* — Chez les plantes portant une tumeur, la réinoculation donne lieu généralement à une réaction précoce. Au bout de trois ou quatre jours, les entre-nœuds inoculés sont gonflés, l'épiderme se déchire au niveau des piqûres, d'où la formation de craquelures fusiformes, longitudinales, pouvant dépasser 1^{cm} de long. Dans certains cas, autour des piqûres, apparaissent des aires nécrotiques qui, parfois, deviennent confluentes et aboutissent à la nécrose d'un ou de plusieurs entre-nœuds. D'autres plantes, enfin, se fanent peu de temps après l'inoculation, comme si elles subissaient une intoxication généralisée.

Quelle que soit l'intensité et l'extension de ces accidents précoces, ils ne s'accompagnent pas de réaction hyperplasique ; aucune tumeur n'apparaît au niveau des piqûres qui en sont le point de départ. C'est seulement au niveau des inoculations les plus éloignées ou, plus rarement, les plus rapprochées de la galle primitive que, dans 55 pour 100 des plantes réinoculées, nous avons vu se développer des tumeurs à croissance lente et qui sont le plus souvent restées de petite taille. Ces réinoculations qui « prennent » sont, dans l'ensemble, en faible proportion : 25 sur un total de 285 piqûres (soit 8,77 pour 100) dans la dernière série d'expériences, comportant 9 *Pelargonium* réinoculés le 1er mai 1935 ; les tumeurs de réinoculation, dans cette série, se sont formées à une distance moyenne de 14^{cm} de la tumeur primitive (distances extrêmes : 7 et 21^{cm},5).

En résumé, on observe, à la suite de la réinoculation, toute une gamme de lésions qui sont, en partant de la formation d'une tumeur (réaction

normale) : la craquelure précoce au niveau de la piqûre; la nécrose des tissus autour du point d'inoculation; la nécrose étendue d'une partie de la tige; la flétrissure généralisée de la plante. Les *Pelargonium* portant une tumeur en évolution présentent donc une immunité partielle ou totale vis-à-vis des réinoculations, en ce sens que le plus grand nombre de ces réinoculations ne donnent pas lieu à la formation de tumeurs. Mais cette immunité s'accompagne d'une hypersensibilité qui se traduit par des phénomènes d'intoxication locale ou générale. Le processus paraît pouvoir être mis en parallèle avec celui qui caractérise l'immunité humorale chez les animaux. On sait, en effet, que, lorsqu'on inocule pour la seconde fois à un animal un antigène donné, les anticorps développés à la suite de la première injection se fixent sur cet antigène, le détruisent et, par là, assurent l'immunité. Mais l'état réfractaire ainsi acquis est souvent accompagné, ou même masqué par des accidents « hypersensibilité » dus, selon Maurice Nicolle, aux produits toxiques libérés par la « lyse » de l'antigène et plus ou moins intenses suivant que cette lyse s'accomplit de façon plus ou moins rapide.

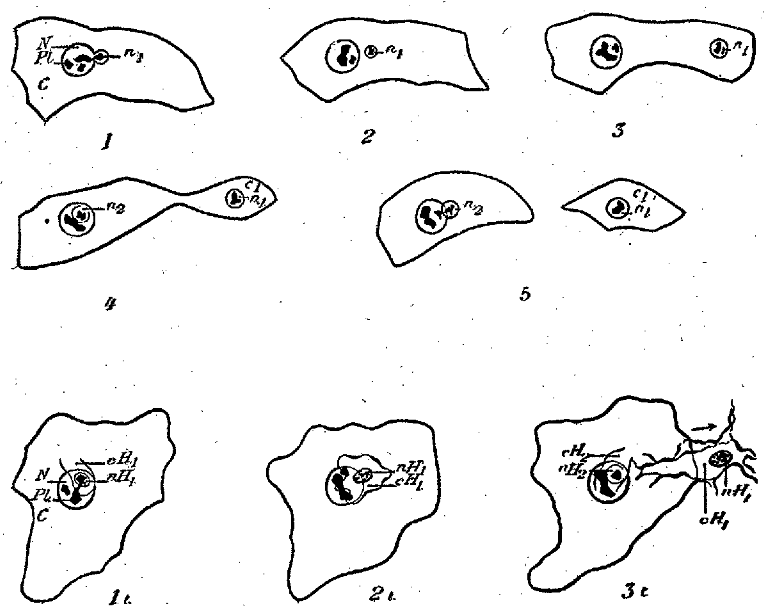
CYTOLOGIE. — *Un mode nouveau de multiplication cellulaire directe. La méroamitose.* Note de M. **J.-André Thomas**, présentée par M. Félix Mesnil.

La méthode de la culture des tissus a permis de découvrir : 1° la fonction de la cellule entoblasto-vitelline, chez le Poulet : c'est de secréter un produit comparable au vitellus; 2° les potentialités de cette cellule épithéliale qui ne persiste qu'après s'être transformée en fibrocyte ou peut donner naissance à des histiocytes [1]. Au stade épithélial, la cellule vitelline se reproduit normalement ou donne naissance aux histiocytes par un mode spécial de division directe et non par la caryocinèse. On a attendu, surtout en ce qui concerne la formation des histiocytes, observée la première fois en mai 1933, et quoiqu'on sache la provoquer maintenant par voie chimique, de pouvoir observer tous les stades spontanés à l'état vivant. Ce mode de multiplication ne doit pas être confondu avec le phénomène de la polynucléose ou celui de la fragmentation normale, réaction-

(1) Voir surtout *C. R. Assoc. Anat.*, 1935, 28e réunion (sous presse).

nelle ou pathologique des noyaux, étudiée surtout par Guieysse-Pelissier (1913-1926) et qu'on peut retrouver dans les cultures de tissus.

1° *Multiplication normale des cellules vitellines épithéliales.* — A la suite d'une division directe n'intéressant qu'une petite partie du noyau d'une grande cellule, il y a formation d'un petit noyau, individualisé, d'abord pauvre en chromatine. Cette division commence par une hernie latérale du



De 1 à 5, schémas de la multiplication de la cellule vitelline épithéliale et de 1_t à 3_t de la formation des histiocytes. N, noyau; Pl, plasmosome; C, cytoplasme; n_1, n_2, un premier et un deuxième petit noyau; c_1, cytoplasme de la cellule fille; $n H_1$, $c H_1$, $n H_2$, $c H_2$, le noyau et le cytoplasme d'un premier et d'un deuxième histiocyte.

noyau (*fig.* 1) ou s'effectue souvent, sur le noyau aplati, sous forme d'une calotte superficielle (*fig.* 4). Une partie du plasmosome peut se couper et passer dans le petit noyau (*fig.* 1), mais la division s'achève aussi sans participation apparente du plasmosome principal ou seulement avec celle d'un plasmosome de petite taille (*fig.* 4). Le petit noyau chemine et grossit dans l'endoplasme. Après division d'une partie du cytoplasme, une cellule fille plus petite que la cellule mère (*fig.* 2 à 5) est née. Un même noyau émet plusieurs petits noyaux qui peuvent être à l'origine de plusieurs cellules filles.

2° *Formation des histiocytes.* — Les phénomènes nucléaires et cytoplasmiques sont de même ordre que ceux qui viennent d'être décrits, mais

d'habitude, ils sont concomitants et se font sur une face de la cellule du côté le moins aéré (*fig.* 1_t-3_t). C'est pendant la genèse de la cellule fille et au niveau de celle-ci qu'apparaissent les diverses propriétés structurales et physiologiques qui caractérisent l'histiocyte et correspondent vraisemblablement à un changement d'état du protoplasme. Ces propriétés sont acquises dès que l'histiocyte est libéré. Celui-ci émigre aussitôt.

Ce mode de multiplication directe, très simple, peut être désigné par le terme de : *méroamitose* (il y a *mérocaryodiérèse* et *méroplasmodiérèse*). Il est exclusif, ici, de la caryocinèse. Il assure normalement la formation de cellules filles, gardant leurs caractères spécifiques (*méroamitose multiplicatrice*), dans des cultures jeunes dont la rapidité de croissance et la taille finale dépassent celles des autres tissus. Dans le cas de la formation des histiocytes (*méroamitose transformatrice*), il est peut-être le plus fécond. En outre lorsque la cellule vitelline est transformée soit en fibrocyte, soit en histiocytes, *il a été établi d'une part qu'elle conserve toujours ses caractères spécifiques sécrétoires, d'autre part qu'elle se multiplie dès lors par la caryocinèse.* Les recherches de Meves (1891) et surtout celles de Cl. Regaud (1901) nous ont appris que des cellules, à l'origine de la lignée germinative elle-même, les spermatogonies, se multiplient par amitose. Les travaux sur la continuité génétique des chromosomes ne doivent donc pas nous autoriser à négliger ce fait expérimental : une cellule normale, différenciée, peut se reproduire en gardant ses caractères spécifiques fondamentaux, qu'il n'y ait pas ou qu'il y ait, au cours de son évolution, disposition de sa chromatine en chromosomes.

On peut rapporter à la méroamitose multiplicatrice quelques faits de l'histogenèse normale (¹), expérimentale ou pathologique. Enfin, lorsqu'une cellule d'origine mésoblastique (²) ou entoblastique se transforme en histiocyte, s'il y a division cellulaire, celle-ci est directe (comme l'ont vu plusieurs auteurs sans suivre complètement et interpréter le phénomène) : c'est une méroamitose transformatrice.

(¹) P. Wintrebert, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 91-93.
(²) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 886-888.

ENTOMOLOGIE. — *Sur certains rapports faunistiques entre Madagascar et l'Afrique sud-orientale.* Note de M. **Pierre Lesne**, présentée par M. Louis Bouvier.

Les Coléoptères xylophages de la famille des Bostrychides appartenant au genre *Enneadesmus* sont représentés à Madagascar par deux espèces qui paraissent être propres à la faune malgache et dont l'une, *E. bigranulum* Lesne (1901), se rencontre dans toute l'étendue de l'île depuis les environs de Diégo Suarez jusqu'au Pays Androy, mais principalement dans les régions occidentales de l'île. Cette espèce, apparentée au groupe de l'*E. forficula* Fairm., qui est répandu dans l'Afrique tropicale et subtropicale extraguinéenne, en diffère cependant très nettement par le moindre développement des parties postoculaires de la capsule crânienne, par la sculpture du front et par les caractères sexuels secondaires de la femelle.

Pendant un séjour au Mozambique, j'ai recueilli dans la vallée du Zambèze et sur les hautes terres d'entre Poungoué et Soungoué, un *Enneadesmus* [*E. Mariæ* (1)], qui offre les plus grandes affinités avec le *bigranulum*, et j'ai pu constater depuis que ce même *Enneadesmus Mariæ* se rencontrait également en d'autres régions de l'Afrique centrale : Rhodesia du Sud, Natal, Basoutoland, Est de la Colonie du Cap, en sorte que son aire de dispersion s'étend de la vallée du Zambèze à la région de Port-Élisabeth.

Les seules différences notables que j'ai pu relever entre les deux espèces affectent la largeur du corps, qui est bien plus étroit chez le *Mariæ*, et la forme des articles de la massue antennaire, qui sont plus allongés chez le *bigranulum*. Ces caractères se montrent très constants chez les nombreux individus de l'une et l'autre forme que j'ai examinés. A part de très légères particularités, tous les autres caractères de ces Insectes, y compris ceux de l'armure génitale, sont identiques, et l'on peut affirmer que les deux espèces en question sont des vicariants de même souche.

Ces données offrent un certain intérêt puisqu'elles viennent à l'appui de l'hypothèse formulée par L. Joleaud (1924) et adoptée par L. Cuénot (1927) concernant la probabilité d'une liaison entre Madagascar et la côte africaine voisine à une époque géologique récente telle que la fin du pliocène ou le quaternaire ancien, cette liaison pouvant avoir été terrestre ou s'être

(1) La caractéristique de cette espèce inédite paraîtra dans un autre Recueil.

effectuée par le moyen d'îles flottantes issues des estuaires des fleuves africains.

Le cas offert par les *Enneadesmus bigranulum* et *Mariæ* serait ainsi, chez les Coléoptères, l'exact équivalent de ceux présentés, chez les Mammifères Ongulés, par les Potamochères et les Hippopotames qui, les uns et les autres, ont ou ont eu très récemment, des formes vicariantes de part et d'autre du Canal de Mozambique. La recherche de ces vicariants africano-malgaches confère un intérêt spécial à l'étude de la faune du Mozambique.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Foie et glutathion*. Note de MM. **Léon Binet** et **G. Weller**, présentée par M. Antonin Gosset.

L'étude comparative du sang, à l'entrée et à la sortie d'un organe, reste une technique d'un intérêt capital pour élucider la physiologie de cet organe. Aussi, au cours des recherches que nous poursuivons sur les relations qui unissent l'activité du foie et le métabolisme du glutathion, avons-nous cru devoir effectuer une série de dosages du glutathion dans le sang de la veine porte et de la veine sus-hépatique chez des chiens placés dans des conditions expérimentales bien déterminées.

Il a été démontré que le glutathion sanguin est fixé sur les éléments figurés; aussi avons-nous cru devoir employer des animaux anesthésiés au chloralose depuis une heure au moins et les prises de sang n'ont été effectuées qu'après pincement des pédicules spléniques, de façon à éviter les polyglobulies de chasse dues à la spléno-contraction, et que l'un de nous a fait connaître antérieurement. D'autre part, une numération des hématies a toujours été effectuée parallélement aux dosages et seuls sont retenus ici les cas où il n'y a pas eu de variations numériques des globules rouges au cours de l'expérience.

Pour chaque animal, nous avons exploré le sang artériel, le sang de la veine porte et celui de la veine sus-hépatique.

Les dosages de glutathion ont été pratiqués d'après la technique qui nous est personnelle [1] et qui nous semble être une technique sensible et spécifique : nous n'envisageons ici que le *glutathion total* (forme oxydée et forme réduite).

---

[1] Léon Binet et G. Weller, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1185; *C. R. Soc. Biol.*, 119, 1935, p. 939.

Une série de 12 chiens a été retenue. Six ont été examinés à l'état de jeûne, les six autres en pleine digestion.

Chez l'animal à jeun, nous trouvons des chiffres qui varient toujours dans le même sens, à savoir un taux de glutathion plus élevé dans le sang de la veine sus-hépatique. Ainsi, tel chien de 24^{kg} présente un taux de glutathion total de 22,97 (milligrammes par 100^{g} de sang) dans le sang artériel fémoral, de 25,33 dans le sang porte et de 38,28 dans la veine sus-hépatique. Tel autre, de 23^{kg}, donne : 38,37 pour le sang artériel, 45,36 dans la veine porte et 57,12 dans la veine sus-hépatique.

Par contre chez un chien en pleine digestion, le sang de la veine porte est plus riche en glutathion que celui de la veine sus-hépatique; ainsi nous trouvons pour l'artère fémorale 24,30; pour la veine porte 48,36; pour la veine sus-hépatique 27,41, ou encore et successivement : 18,30, 31,66 et 26,07.

En faisant égal à 100 le chiffre du glutathion total dans le sang artériel, nous trouvons, comme moyenne de la double série de six chiens explorés; 1° dans le groupe des animaux au jeûne, le chiffre de 109 pour la veine porte et 144 pour la veine sus-hépatique; 2° dans celui des animaux en digestion, 151 pour la veine porte et 127 pour la veine sus-hépatique.

Ainsi, à l'état de jeûne, il y a plus de glutathion sanguin total dans le sang qui s'échappe du foie que dans celui qui y arrive; du fait de la traversée hépatique, le sang paraît se charger de glutathion. En période digestive, on constate un processus inverse; il y a plus de glutathion dans le sang porte que dans le sang sus-hépatique; tout se passe comme si le glutathion du sang qui traverse le foie se déposait dans cet organe.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Formation d'acide cyanhydrique, à partir de quelques composés organiques, en présence de sulfite cuivrique ammoniacal.* Note de M. **Jacques Parrod**, présentée par M. Georges Urbain.

J'ai signalé [1] la formation d'acide cyanhydrique lorsqu'on laisse quelques jours, à la température du laboratoire, une solution de *d*-fructose et de sulfite cuivrique ammoniacal.

Cette réaction peut être étendue à plusieurs composés organiques, à

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1884.

condition d'opérer à température plus élevée; le rendement devient alors important au bout de quelques heures seulement.

Technique. — Dans une fiole conique de 50^{cm^3}, on introduit $0^g,5$ de la substance à expérimenter et 50^{cm^3} de la solution suivante : hydroxyde cuivrique, 100^g; sulfite d'ammonium $d = 1,18$, 250^{cm^3}; ammoniaque $d = 0,92$, 250^{cm^3}; eau distillée, 500^{cm^3}. On bouche, plonge dans un bain-marie maintenu à température constante, pendant une durée déterminée. On abandonne ainsi une nuit au frigidaire; des cristaux se déposent, dans lesquels on détermine CNH comme il a été indiqué (*loc. cit.*).

Nombres de molécules de CNH *obtenues à partir de* 100 *atomes de carbone.*
Température : 58° *à* 62°.

Durées de chauffage	1 heure.	2 heures.	4 heures.	8 heures.
α-Glucoheptose	0	traces	traces	2,6
d-Fructose	10	12,8	14,6	17,5
d-Sorbose	8,5	11	13,3	15,6
d-Glucose	0	0	3,1	5
d-Mannose	0	0	0,1	3,1
d-Galactose	0	0	0	0,3
Chlorhydrate de *d*-glucosamine	0,5	5	9,5	12,7
l-Arabinose	0	0	traces	3
l-Xylose	0	0	traces	3,3
Acide mésoxalique	9,5	13	14	16,6
Acide tartronique	3,6	10,8	11	13
Glyoxal	0	0	2,8	3,5
Acide glyoxylique	15,3	16,5	16,7	18,4

A la même température, plusieurs des composés expérimentés n'ont pas donné d'acide cyanhydrique; ce sont : le lactose, le maltose, le saccharose, le rhamnose, l'acide gluconique, l'acide tartrique, l'acide oxalique, le formol et le pyrogallol.

Nombres de molécules de CNH *obtenues à partir de* 100 *atomes de carbone.*
Température : 80° *à* 85°

Durées de chauffage	4 heures.	8 heures.
Lactose	1,8	2,5
Maltose	1,8	2,6
Rhamnose	6	8,5
Acide glyoxylique	19,2	20,2

A 60°, le lactose, le maltose et le rhamnose n'avaient pas donné CNH. On voit qu'à 80° les rendements sont bien inférieurs à ceux obtenus avec l'acide glyoxylique aussi bien à 60 qu'à 80°.

A 80-85°, les corps suivants ont donné un résultat nul : saccharose, acide gluconique, acide pyruvique, acide oxalique, acide formique, glycocolle, alanine, formol, pyrogallol, hydroquinone [1].

Cas particulier de l'oxyde de carbone. — Grâce à sa solubilité dans les solutions cupro-ammoniacales, ce gaz peut être facilement expérimenté. La technique utilisée est celle indiquée ci-dessus, mais la fiole contenant le réactif cuprique est reliée à un gazomètre rempli de CO. A 60° ou à 85°, l'expérience durant 4 ou 8 heures, l'acide cyanhydrique n'a pu être décelé.

Conclusions. — La formation d'acide cyanhydrique, en présence de sulfite cuivrique ammoniacal, paraît être, d'après les résultats précédents, une propriété générale des sucres réducteurs; les vitesses de réaction sont assez diverses. Quelques composés voisins des sucres (acide mésoxalique, etc.) se comportent comme eux.

Le pyrogallol, cependant fortement réducteur, ne fournit pas CNH.

Parmi les substances qui n'engendrent pas CNH, l'oxyde de carbone et l'aldéhyde formique méritent d'être particulièrement remarqués, car on aurait pu être tenté de voir dans l'un ou l'autre de ces deux corps, de formules très simples, un terme de passage vers CNH. L'expérience ne permet guère de retenir cette hypothèse.

A 15h50m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h15m.

E. P.

---

(1) Dans le cas des phénols, des dérivés sulfonés prennent naissance (voir Yvonne Garreau, *Bull. Soc. chim. Fr.*, 5e série, 1, 1934, p. 1563-1570).

ERRATA.

(Séance du 7 octobre 1935.)

Note de Mme *Paulette Chaix*, Sur la cinétique de l'attaque du glucose et de l'acide lactique par de petites masses bactériennes. La notion de masse active minima :

Page 626, ligne 3 à partir du bas, *au lieu de* 9 pour 100, *lire* 9 pour 1000.

(Séance du 4 novembre 1935.)

Note de Mme *Paulette Chaix*, Action de quelques dérivés sulfurés sur la fermentation du glucose par des bactéries propioniques (*Propionibacterium* 11) :

Page 857, ligne 16, *au lieu de* 9 pour 100, *lire* 9 pour 1000.

(Séance du 12 novembre 1935.)

Note de MM. *Jean Régnier* et *André Quevauviller*, Des variations concomitantes de la chronaxie et de l'excitabilité nerveuse sous une influence pharmacodynamique :

Page 914, ligne 23, *au lieu de* l'excitabilité post-narcotique, *lire* l'inexcitabilité post-narcotique.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce le décès de M. **Henry Fairfield Osborn**, Correspondant pour la Section de Minéralogie, à Garrison, New-York, le 6 novembre 1935.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. **Serge Bernstein**, Correspondant de l'Académie; **Valérien Ossinsky**, Membre de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S.; **Alexandre Froumkine**, sous-directeur de l'Institut Karpov de Chimie physique; **Vladimir Mitkévitch**, **Georges Nadson**, **Ségal**, **Jean Alexandrov**, **Otto Schmidt**, **Bourdenko**, **Speranski**, directeur de l'Institut de Médecine expérimentale de Moscou, et **Zdzislaw Krygowski**, professeur de l'Université de Poznań, qui assistent à la séance.

M. **Alfred Lacroix** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. V. Agafonoff : *Les Sols de France au point de vue pédologique*, avec des *Préfaces* de M. L. Lutaud et de M. A. Demolon, pour lequel il a écrit lui-même une *Préface*.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un croisement fortuit de Haricot* (¹).
Note de M. **Lucien Daniel**.

L'an dernier, j'ai décrit les singuliers résultats fournis, à la génération F_1, par les semis de 7 graines panachées provenant de la même gousse

(¹) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1170.

de la variété Princesse à rames. Ayant assuré l'autofécondation chez les 7 exemplaires, j'en ai récolté les graines et, le 4 juin 1935, je les ai semées isolément dans mon jardin d'Erquy (Côtes-du-Nord), en 7 lots différents. Le temps pluvieux qui survint alors contraria beaucoup la germination. Des graines pourrirent dans le sol et d'autres furent mangées par les limaces. Cependant il resta, dans chaque série, des germinations dont le développement fut complet et m'a permis de juger la génération F_2, qui s'est montrée particulièrement intéressante par ses résultats.

Les lots n° 1 et n° 2 étaient constitués par des graines entièrement panachées comme celles qui avaient donné la génération F_1. Chez le n° 1, 22 individus achevèrent leur développement normal et restèrent *nains* sans exception. Leur appareil végétatif aérien, au lieu de rester vert, était, soit en entier, soit en partie, d'un brun rouge foncé uniforme; la tige et le pétiole des feuilles étaient pourvus de rayures très apparentes brun rouge violacé, caractère qui n'existait ni chez le parent Flageolet ni chez le parent Princesse. Les fleurs étaient de couleur violette; les gousses, chez 8 exemplaires, présentaient une nervure dorsale et une suture ventrale rouge violacé foncé qui se détachaient nettement sur le brun rougeâtre uniforme de la gousse.

Chose singulière : ces gousses donnèrent trois sortes de graines. 4 pieds avaient des graines noires et brillantes comme celle du Haricot noir de Belgique; 7 pieds fournirent des graines panachées de noir assez foncé sur fond plus pâle de même teinte, et l'intensité du coloris variait plus ou moins suivant les individus; 8 autres pieds avaient des graines de couleur uniforme, gris violacé ou gris cendré, inconnue chez les parents et, à ma connaissance du moins, dans le *Phaseolus vulgaris* cultivé dans notre région.

Enfin les 3 derniers individus étaient à tige, feuilles et gousses vertes, mais devenant de couleur beurre à maturité. Leurs graines larges, grosses et allongées, ne ressemblaient pas à celles des parents, tout en ayant la couleur blanche.

Le lot n° 2 ne comprenait que 10 individus. Deux d'entre eux, à tiges et feuilles rouge violacé brun uniforme, rayées de violet rouge brun foncé, donnèrent des graines noir brillant. Deux autres, à appareils végétatif aérien et reproducteur colorés de la même façon, avaient des graines panachées de noir brillant sur fond plus pâle. Les deux derniers portaient des tiges et des feuilles vertes; leurs fleurs étaient blanches; leurs gousses, d'abord vertes, avaient pris la couleur beurre à l'état adulte. Leurs graines,

de couleur blanc pur, allongées et et épaisses, d'aspect particulier, ne rappelaient en rien la forme des graines du Flageolet ou de la Princesse.

Les 4 autres lots suivants comprenaient les types de 1934 ayant les caractères du Flageolet avec de légères variantes dans l'intensité du vert des graines, qui passait au blanc chez l'une de ces formes. A la génération F_2, ces 4 types ne se comportèrent pas complètement de la même manière. Chez le 3ᵉ lot qui était représenté par 7 exemplaires tous nains et verts, 3 donnèrent des fleurs violet pâle, 3 des fleurs jaunâtres et, le dernier, des fleurs blanc pur. Chez les individus à fleurs violacées, la gousse devint parcheminée d'assez bonne heure, tandis qu'elle resta tendre chez les 4 autres. Les graines furent toutes plus ou moins verdâtres, sauf chez l'individu à fleurs blanc pur dont les graines, larges et très grosses, étaient blanc pur.

Dans le 4ᵉ lot, un seul exemplaire avait survécu. Il rappelait le Flageolet pur par l'ensemble de ses caractères. Le lot n° 5 comprenait 4 pieds dont 3 avaient les caractères du Flageolet, tandis que le 4ᵉ produisit des graines cylindriques allongées, d'un type particulier. Enfin, le n° 6, composé de 9 pieds, avait entièrement le type Flageolet, abstraction faite de quelques légères variantes dans la forme plus ou moins allongée des graines et dans leur teinte plus ou moins verte à maturité.

Le 7ᵉ lot se montra lui-même très intéressant par la fixité de ses caractères à la génération F_2 comme à la génération F_1 précédente. Tous les exemplaires, nains et verts, à fleurs très légèrement violacées au début et passant rapidement au jaune sale, donnèrent des gousses plates et parcheminées, à maturité tardive, dans lesquelles se trouvaient de grosses graines plates et panachées de couleur bois foncé sur bois plus pâle, d'un type nouveau bien caractérisé, identique à celui de la génération F_1 et paraissant ainsi devoir se conserver. Chez 2 des exemplaires du 7ᵉ lot et chez 1 exemplaire du 6ᵉ lot, j'ai constaté la présence de feuilles monstrueuses imparipennées à 5 folioles, égales ou inégales et de feuilles paripennées, sans impaire. Dans ces 3 exemplaires monstrueux, les cotylédons étaient normaux. Chez ces Haricots, comme chez les Topinambours [1], il n'y a donc pas de corrélation obligatoire, comme l'a indiqué Hugo de Vries, entre les monstruosités congénitales et celles, beaucoup plus nombreuses, qu'on observe chez les plantes adultes suralimentées par des procédés divers.

---

[1] *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 801.

Chez l'hybride de Haricot que je viens d'étudier, les résultats de la génération F_2 corroborent et complètent ceux de la génération F_1. Ils sont en contradiction avec le schéma mendélien, bien qu'il s'agisse d'un hybride entre deux races voisines, soigneusement sélectionnées depuis 30 ans et qu'on devrait considérer comme pures. Le caractère nain du mâle Flageolet, qui devrait être *récessif* est devenu *dominant* en F_1, mais il l'est resté totalement *sans-disjonction* du caractère maternel géant à la génération F_2. *Aucun caractère de la mère ne s'est montré aux deux générations*. Les disjonctions observées consistent, à la génération F_1 en des *retours* plus ou moins complets au type paternel qui se sont sensiblement conservés pour la plupart; les autres, en F_2, à des retours à d'autres races ou à la formation de *types nouveaux* dont l'un s'est maintenu en F_2 comme en F_1 et semble devoir fournir une *race stable*.

Ces faits s'ajoutent à ceux qui ont été signalés dans des races voisines animales et végétales et ont mis en défaut les schémas de Mendel. Celui-ci avait d'ailleurs mis en garde les chercheurs futurs contre la tentation de transformer en lois générales de l'hybridation les règles qu'il avait déduites de ses observations sur les Pois, les Haricots et les *Lathyrus*.

M. **Édouard Goursat** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. Georges Bouligand : *Leçons de Géométrie vectorielle. Préliminaires à l'étude de la théorie d'Einstein*, dont il a écrit la *Préface*.

M. **Eugène Fichot** fait hommage à l'Académie de son *Éloge de M.* Paul Painlevé, *Membre de l'Académie de Marine*.

M. **Maurice Caullery** fait hommage à l'Académie de son livre *Les conceptions modernes de l'hérédité* (1), qui vient de paraître et où il s'est efforcé de tracer un tableau d'ensemble de ces questions, telles qu'elles apparaissent à l'heure actuelle et de les situer dans le cadre général de la Biologie, en les exposant sous une forme synthétique et simplifiée, mais cependant étroitement conforme aux méthodes et aux données expérimentales.

M. **Aymar de La Baume Pluvinel** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de MM. André Danjon et André Couder : *Lunettes et télescopes*.

(1) *Bibliothèque de Philosophie scientifique*, Paris, 1935, 312 pages, 49 figures.

Théorie — Conditions d'emploi — Description — Réglage, dont il a écrit la *Préface*.

M. **Armand de Gramont** fait hommage à l'Académie de son Ouvrage : *Recherches sur le quartz piézoélectrique*.

M. **Auguste Lameere** fait hommage à l'Académie du tome IV : *Les Myriapodes, caractères fondamentaux des Insectes, les Insectes inférieurs* de son *Précis de Zoologie*.

ÉLECTIONS.

M. **Dimitri Riabouchinsky** est élu Correspondant pour la Section de Mécanique par 37 suffrages contre 9 à M. *Carl Wilhelm Oseen*, en remplacement de M. *de Sparre*, décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux ou trois candidats à la Chaire de *Physique générale*, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers.

(Renvoyé à la Section de Physique générale.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Georges Bouligand. *Premières leçons sur la théorie générale des groupes*, et *Les définitions modernes de la dimension*. (Présentées par M. Élie Cartan.)

M. **Auguste Lumière** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place de Membre non résidant, vacante par le décès de M. *Charles Flahault*.

THÉORIE DE LA MESURE. — *Sur quelques théorèmes de la théorie générale de la mesure.* Note [1] de MM. **Nicolas Kryloff** et **Nicolas Bogoliouboff**.

Soit Ω un espace métrique et compact et soient $\varphi(A)$ les fonctions d'ensemble non négatives et absolument additives pour les ensembles (B) de Ω. D'après la théorie s'y rapportant, les $\varphi(A)$ peuvent être traitées comme les mesures [2] dans les intégrales de Lebesgue.

Nous appellerons ici $\varphi(A)$ mesures normalisées si $\varphi(\Omega)=1$ et si $\varphi(A) = \liminf_{A<O} \varphi(O)$, A étant un ensemble quelconque, O les ensembles ouverts.

Ayant en vue l'application de la théorie des mesures à l'étude des systèmes dynamiques de la mécanique non linéaire, nous nous proposons d'attirer l'attention sur quelques théorèmes relatifs à des suites infinies de mesures normalisées.

En remarquant que l'égalité $\int_\Omega f(P)\,d\varphi_1 = \int_\Omega f(P)\,d\varphi_2$, où φ_1, φ_2 sont des mesures normalisées, valable pour toute fonction continue $f(P)$, entraîne l'identité $\varphi_1 = \varphi_2$, nous avons proposé la définition suivante de la convergence d'une suite infinie φ_n de mesures normalisées vers une mesure normalisée φ :

On dit que $\varphi_n \underset{n\to\infty}{\to} \varphi$ *quand* $\int_\Omega f(P)\,d\varphi_n \underset{n\to\infty}{\to} \int_\Omega f(P)\,d\varphi$ *quelle que soit la fonction continue* $f(P)$.

Le résultat fondamental que nous avons établi [3] est que de toute suite infinie de mesures normalisées on peut toujours extraire une suite convergente [4].

---

(1) Séance du 18 novembre 1935.

(2) J. Radon, *Wiener Sitzungsber., Math. Klasse*, **122**, 1913, p. 1299.

(3) Ce résultat fournit au fond une extension appropriée de quelques théorèmes démontrés par S. Bochner (*Math. Ann.*, **108**, 1933, p. 389) dans le cas de l'espace euclidien.

(4) L'espace Ω étant métrique et compact, il est toujours possible de former un système dénombrable σ d'ensembles (B) de façon que $\Omega \in \sigma$ et qu'à chaque nombre entier positif ε on puisse faire correspondre un entier positif n_ε tel que chaque $U \in \sigma$ puisse être représenté comme la somme d'au plus n_ε éléments de σ deux à deux sans points communs et dont le diamètre ne surpasse pas ε.

Le système σ étant dénombrable, de la suite φ_n on peut toujours extraire une suite φ_n

Comme corollaire de ce théorème si une suite des mesures normalisées φ_n n'admet qu'une seule fonction limite, φ, alors $\varphi_n \underset{n\to\infty}{\to} \varphi$.

En partant de cet ordre d'idées, nous pouvons définir l'intégration des mesures dépendant d'un paramètre t.

Ainsi nous dirons que $\varphi_t(\mathrm{A})$ est continue en t dans un segment $[a, b]$ si, quelle que soit la fonction continue $f(\mathrm{P})$, l'expression $\int_\Omega f(\mathrm{P})\, d\varphi_t$ est fonction continue de t dans ce segment.

En fixant arbitrairement un nombre positif δ, envisageons une décomposition de $[a, b]$ en segments consécutifs $l_1, \ldots, l_n$ dont les longueurs $m(l_1), \ldots, m(l_n)$ seront inférieurs à δ.

Alors on peut démontrer (¹) que les sommes

$$\Phi_\delta(\mathrm{A}) = \sum_{i=1}^{n} \frac{m(l_i)\varphi_{\xi_i}(\mathrm{A})}{b-a}, \quad (\xi_i \subset l_i)$$

convergent, pour $\delta \to 0$, vers une mesure normalisée limite que nous avons désignée par $1/(b-a)\int_a^b \varphi_t\, dt$.

---

telle que les grandeurs $\varphi_n(\mathrm{U})$ convergent pour tout $\mathrm{U} \in \sigma$. Posons $\theta(\mathrm{U}) = \lim\limits_{n'\to\infty} \varphi_{n'}(\mathrm{U})$ et considérons un ensemble ouvert O.

Alors, en envisageant un nombre fini d'éléments de σ : $\mathrm{U}_1, \ldots, \mathrm{U}_n$ deux à deux sans points communs et tels que $\mathrm{U}_1 + \ldots + \mathrm{U}_n \subset \sigma$, posons, par définition,

$$\varphi(\mathrm{O}) = \text{lim. sup.}\{\theta(\mathrm{U}_1) + \ldots + \theta(\mathrm{U}_n)\}.$$

Soit A un ensemble quelconque, prenons $\varphi(\mathrm{A}) = \text{lim. inf. } \varphi(\mathrm{O})$, où $\mathrm{O} = \mathrm{A}$. Cela étant, on peut établir que la fonction d'ensemble ainsi définie est, en effet, une mesure normalisée et que de plus $\varphi_{n'} \underset{n'\to\infty}{\to} \varphi$.

(¹) En effet, $\Phi_{\delta}(\mathrm{A})$, $\delta\to 0$, étant une suite de mesures normalisées, possède au moins une fonction limite Φ. Or cette fonction limite doit nécessairement vérifier l'égalité

$$\int_\Omega f(\mathrm{P})\, d\Phi = \frac{1}{b-a}\int_a^b \left\{ \int_\Omega f(\mathrm{P})\, d\varphi_t \right\} dt$$

quelle que soit la fonction continue $f(\mathrm{P})$; cette égalité ne pouvant être vérifiée par deux mesures normalisées différentes Φ_1, Φ_2, nous en déduirons que $\Phi_\delta \underset{\delta\to 0}{\to} \Phi$.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la courbure des congruences de sphères.*
Note de M. **Paul Vincensini**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. M. Demoulin ([1]) a défini la courbure K d'une congruence de sphères, comme celle de la forme

$$d\varphi^2 = \frac{ds^2 - dR^2}{R^2},$$

où ds^2 est l'élément linéaire de la déférente (S) et où $R(u, v)$ est le rayon de la sphère centrée au point (u, v) de (S).

Il a étudié les congruences de courbure $+1$, et montré que, pour qu'une congruence ait pour courbure $+1$, il *faut* et il *suffit* qu'il existe une déformation de la déférente après laquelle toutes les sphères viennent passer par un point fixe. La première partie de la proposition est établie au moyen des formules relatives aux coordonnées pentasphériques. M. Hadamard ([2]) en a donné par la suite une démonstration fort simple.

2. L'expression de $d\varphi^2$ reste invariante lorsqu'on déforme arbitrairement la déférente (sans altérer les rayons des sphères), ou lorsqu'on soumet la congruence à une opération du groupe conforme de l'espace. K est donc un invariant relatif au ds^2 de (S) et, comme tel, doit pouvoir s'exprimer uniquement au moyen des paramètres différentiels de Beltrami. Si l'on observe que la condition géométrique trouvée par M. Demoulin équivaut à dire ([3]) que $\rho = R^2/2$ vérifie la deuxième équation de l'applicabilité pour (S),

$$\Phi \equiv \Delta_{22}\rho - \Delta_2\rho + k(\Delta\rho - 2\rho) + 1 = 0,$$

où k est la courbure totale de (S) au point (u, v), on voit qu'il doit être possible de mettre K sous la forme $K = 1 - \alpha\Phi$, α étant un certain facteur invariant. Le calcul donne effectivement pour la courbure d'une congruence quelconque de sphères, l'expression générale

$$K = 1 - \frac{4\rho^2}{(\Delta\rho - 2\rho)^2}\Phi,$$

qui, en introduisant l'angle θ que fait la normale à la déférente au point (u, v) avec les rayons de la sphère correspondante aboutissant aux points

---

([1]) *Bulletin Ac. Belgique*, 5e série, 19, 1933, p. 877.
([2]) *Comptes rendus des séances de la Soc. Mat. de France*, 62, 1934, p. 24.
([3]) L. Bianchi, *Geometria differenziale*, 2e édition, p. 98.

de contact de cette sphère avec son enveloppe, peut s'écrire

$$K = 1 - \frac{\Phi}{\cos^4\theta}. \tag{1}$$

(1) démontre à nouveau la proposition de M. Demoulin en établissant *simultanément* les deux parties de la proposition, et fournit en même temps la raison de l'existence d'une construction géométrique simple pour les congruences de sphères de courbure $+1$.

3. J'ai fait, de la formule (1), diverses applications. En étudiant les congruences à courbure constante *quelconque*, on peut, à condition d'imposer à la congruence des propriétés géométriques supplémentaires convenables, arriver à des résultats intéressants. En imposant, en particulier, aux sphères de la congruence, la condition de pouvoir venir se placer tangentiellement à une même droite fixe par une déformation déterminée de la déférente, on peut mettre en évidence des congruences à courbure constante, de définition géométrique simple. Ainsi par exemple, toutes les congruences dont les déférentes sont des *déformées de surfaces de révolution*, les rayons des sphères étant proportionnels aux distances des points des types révolutifs correspondants à l'axe de révolution, sont à *courbure nulle*. Les déformées des congruences à *déférente de Peterson*, formées de sphères tangentes à l'axe, sont à courbure constante positive ($1/a^2$) si la déférente a, en coordonnées cylindriques (ρ, θ, z), une équation de la forme générale $\rho = Z/\sin(\theta/a)$ [$Z =$ fonction arbitraire de z].

La recherche des congruences à courbure constante négative ($-1/a^2$) que l'on peut, par déformation, appliquer sur des congruences à déférente de Peterson, les sphères étant tangentes à l'axe de la déférente, conduit à trois types distincts que l'on peut dire *parabolique*, *elliptique* ou *hyperbolique*, définis par des déférentes d'équations respectives :

$$\rho = e^{-\frac{\theta}{a}}Z, \qquad \rho = \frac{Z}{\sinh\left(\frac{\theta}{a}\right)}, \qquad \rho = \frac{Z}{\cosh\left(\frac{\theta}{a}\right)}, \qquad (Z = \text{fonction arbitraire de } z).$$

Ces trois types sont d'ailleurs étroitement liés aux trois types bien connus de même dénomination de surfaces pseudosphériques.

J'ajoute que la notion de courbure donne aisément la solution du problème de la recherche des congruences de sphères dont les déférentes sont susceptibles de deux déformations, l'une après laquelle toutes les sphères passent par un point fixe, l'autre après laquelle toutes les sphères sont tangentes à une droite fixe.

GÉOMÉTRIE. — *Un système de courbes d'une surface invariant par projectivités.* Note de M. **Enrico Bompiani**, présentée par M. Élie Cartan.

1. B. Segre, en utilisant la notion analytique, due à M. E. Cartan, de rapport anharmonique de quatre droites d'une surface gauche, a considéré un système de lignes d'une surface (de l'espace ordinaire) qui reste invariant, soit par collinéations, soit par corrélations ([1]).

Je me propose ici d'en donner une définition entièrement géométrique en utilisant la construction d'invariants projectifs différentiels dont je me suis largement servi dans la théorie projective des courbes et des surfaces.

Après avoir donné une nouvelle interprétation des formes introduites dans cette théorie par G. Fubini, je montre que, soit les *lignes pangéodésiques* (extrémales de l'arc projectif de Fubini), soit les *lignes projectives* de B. Segre, appartiennent, comme sous-systèmes invariants, à un système de courbes à quatre paramètres qui est aussi invariant par projectivités (collinéations et corrélations).

Des développements ultérieurs de ces résultats seront donnés ailleurs.

2. Soient dans un plan r_1, r_2, r_3 trois droites issues d'un point O, et C une courbe tangente à r_3 en O; et considérons le rapport anharmonique de ces droites et de celle qui projette de O un point M de C.

La valeur principale de ce rapport, quand M *tend vers* O, *est un invariant différentiel qui dépend seulementt de* r_1, r_2 *et de l'élément du second ordre* E_2 *de* C *en* O.

Considérons maintenant une surface, décrite par le point x et rapportée à ses lignes asymptotiques u, v; soient

$$x_{uu} = \theta_u x_u + \beta x_v + p_{11} x, \qquad x_{vv} = \gamma x_u + \theta_v x_v + p_{22} x,$$
$$\xi_{uu} = \theta_u \xi_u - \beta \xi_v + \pi_{11} \xi, \qquad \xi_{vv} = -\gamma \xi_u + \theta_v \xi_v + \pi_{22} \xi$$

ses équations en coordonnées projectives homogènes de point (x) ou de plan (ξ).

Au point x soient r_1 une tangente définie par $du : dv$, r_2 une tangente asymptotique, par exemple $dv = 0$, et E_2 l'élément de la section du plan

---

([1]) B. Segre, *Rend. Accad. dei Lincei*, 21, 1935, p. 656 et 692. M. A. Terracini a donné récemment de ce système une définition plus géométrique, mais pas très simple, au moyen de certaines congruences de droites.

tangent avec la surface tangent à $du = 0$; l'expression de l'invariant précédent est $-1/3\,\gamma\, dv^2/du$.

On a ainsi une signification immédiate des formes élémentaires $\gamma\, dv^2/du$ *et* $\beta\, du^2/dv$ *dont la somme est l'arc projectif de M. Fubini* (¹).

3. Soient r_1, r_2, r_3, r_4 quatre droites de l'espace issues d'un point O (r_1 n'appartenant pas au plan de deux des droites r_2, r_3, r_4) et C une courbe tangente à r_4 en O. Le rapport anharmonique des plans projetant de r_1 les droites r_2, r_3, r_4 et un point M de C a, quand M tend vers O, une valeur principale qui est un invariant différentiel projectif de r_1, r_2, r_3 et de l'élément du second ordre E_2 de C en O.

Si C appartient à une surface dont r_2, r_3 *sont les tangentes asymptotiques en O, cet invariant dépend seulement de la tangente à C en O (et nullement de* r_1*) et sa valeur est* $-\beta\gamma\, du\, dv$ *: voilà la signification géométrique de la forme quadratique de Fubini.*

4. Soit C une courbe appartenant à une surface et soient O(x) et M deux points de C. Associons à M les points M_1 et M_2 où les courbes asymptotiques $du = 0$, $dv = 0$ passant par M coupent celles du système opposé issues de O. Soit r une droite passant par O dans le plan osculateur à C et considérons le rapport anharmonique de ce plan et de ceux qui projettent M_1, M, M_2 de r.

La valeur principale de ce rapport, quand $M \to O$, *est un invariant de l'élément du troisième ordre* E_3 *de C en O et ne dépend nullement de r. Son expression est*

$$-\frac{1}{12}\,\frac{|\,x \quad dx \quad d^2x \quad d^3x\,|}{|\,x \quad x_u \quad x_v \quad x_{uv}\,|}\,\frac{1}{(du\,dv)^2}$$

(les termes de la première fraction étant des déterminants construits avec les coordonnées homogènes de x).

En procédant par dualité on obtient un invariant analogue (il suffit d'échanger les x avec les ξ) attaché au même E_3.

Le rapport de ces deux invariants (infiniment petits) est un invariant fini de l'élément E_3 *de courbe d'une surface*

$$I = \frac{|\,x \quad dx \quad d^2x \quad d^3x\,|}{|\,\xi \quad d\xi \quad d^2\xi \quad d^3\xi\,|} \times \frac{|\,\xi \quad \xi_u \quad \xi_v \quad \xi_{uv}\,|}{|\,x \quad x_u \quad x_v \quad x_{uv}\,|}.$$

Cette expression est tout à fait indépendante du choix et de la normalisation des coordonnées.

(¹) E. Bompiani, *Boll. Unione Mat. Ital.*, 5, 1926, p. 1.

5. Il résulte de l'expression même de I que :

Les systèmes de courbes définis par $I = 1$, *ou* $I = -1$, *sont les pangéodésiques de Fubini ou respectivement les lignes projectives de B. Segre*, dont on a ainsi une construction très simple.

Plus généralement, le système ∞^4 *de courbes défini par* $dI = 0$ *est un système invariant, soit par collinéations, soit par corrélations, dont les pangéodésiques et les lignes projectives sont des sous-systèmes invariants particuliers.*

ANALYSE FONCTIONNELLE. — *La notion de dérivée d'une fonctionnelle.* Note de M. **D. Van Dantzig**, présentée par M. Élie Cartan.

En 1887 M. Volterra [1] donna la définition devenue classique de la dérivée d'une fonctionnelle $F[f] = F[f(x)]$

$$F'[f(x);\xi] = \lim_{\nu \to \infty} \frac{F[f+\eta_\nu] - F[f]}{\int_{\xi+k_\nu}^{\xi+k_\nu} \eta_\nu \, dx}. \tag{1}$$

Ici $\lim k_\nu = 0$, $\lim \operatorname{Max}|\eta_\nu| = 0$, tandis que $\eta_\nu(x) = 0$ pour $|x - \xi| \geq k_\nu$. Cette définition a deux inconvénients :

1° Elle n'est pas invariante par rapport aux transformations topologiques de l'intervalle des x. En effet, en effectuant une transformation $x \to y(x)$, $F'[f, x_0]$ se multiplie par $(dy/dx)_0$, et même perd sa signification lorsque la fonction $y(x)$ n'a pas de dérivée en x_0.

2° Déjà la fonctionnelle continue et linéaire la plus simple, savoir $F[f] = f(x_0)$, n'a pas de dérivée au sens de M. Volterra pour $x = x_0$. C'est pour cette raison que je propose d'introduire une autre notion, que j'appellerai la *dérivée invariante*.

Soit $F[f]$ une fonctionnelle continue, définie pour chaque fonction f, continue sur un ensemble compact M de dimension finie. Au lieu de définir la dérivée comme une fonction *ordinaire* sur M (et d'ailleurs fonctionnelle de f), je la définirai comme une *fonction additive d'ensemble* sur M (et d'ailleurs fonctionnelle de f). Soit $E \subset M$ un ensemble $F_\sigma G_\delta$, c'est-à-dire somme d'une suite d'ensembles fermés et aussi produit d'une suite d'ensembles ouverts, en précisant

$$F_\nu \subset F_{\nu+1} \subset E \subset G_{\nu+1} \subset G_\nu \qquad (\nu = 1, 2, 3, \ldots);$$

[1] *Theory of functionals*, 1930, p. 22.

F_ν fermé, G_ν ouvert, tandis que pour chaque $x \varepsilon E$ ou $x \varepsilon M - E$ il existe un $n(x)$ avec $x \varepsilon F_\nu$ ou $x \varepsilon M - G_\nu$ pour $\nu \geqq n(x)$ respectivement. Soit d'ailleurs $g_n(x)$ une fonction continue sur M, $0 \leqq g_n(x) \leqq 1$, $g_n(x) = 1$ pour $x \varepsilon F_n$, $g_n(x) = 0$ pour $x \varepsilon M - G_n$, et soit $\eta(x)$ une fonction continue sur M et $\beta = \text{Max} |\eta(x)|$ pour $x \varepsilon M$. Nous définirons $(\partial F / \partial f)_E$ ou $F'_E = F'_E[f]$ par la limite

$$(2) \qquad F'_E = \left(\frac{\partial F}{\partial f}\right)_E = \lim \frac{F[f + \eta + \alpha g_\nu] - F[f + \eta]}{\alpha}$$

(en supposant qu'elle existe) pour α, β et ν^{-1} tendant simultanément vers zéro d'une manière quelconque (1). $F'_E[f]$ est évidemment une fonctionnelle continue de $f(x)$ et indépendante du choix spécial de $\eta(x)$ et des $g_\nu(x)$. D'ailleurs elle est une fonction (simplement) additive de E; lorsque F'_{E_1} et F'_{E_2} existent et $E_1 E_2 = 0$, $F'_{E_1+E_2}$ existe aussi et est égale à $F'_{E_1} + F'_{E_2}$.

En supposant que F'_E existe pour chaque ensemble $F_\sigma G_\delta$ et qu'elle soit absolument bornée, elle détermine une fonction absolument additive, définie au moins pour chaque ensemble borelien.

F'_E est évidemment invariante par rapport à une transformation topologique arbitraire de M et existe toujours quand la dérivée de M. Volterra existe. Dans ce cas on a $F'_E = \int_E F'[f; \xi] d\xi$. D'ailleurs chaque fonctionnelle linéaire et continue possède une dérivée invariante. En vertu du théorème de Riesz-Radon (2) la fonctionnelle linéaire $L(f)$ peut être écrite sous la forme d'une intégrale de Stieltjes-Radon au moyen d'une fonction d'ensembles absolument additive l_E. En écrivant f^x au lieu de $f(x)$ nous pouvons la dénoter par $L[f] = \int_M f^x l_{dx}$. Alors on aura $L'_E = l_E$.

En particulier pour $L[f] = f^a$, ou $a \varepsilon M$, on aura $L'_E = \delta^a_E$, ce qui est égal à 1 ou à 0 selon que a appartient à E ou non. La dérivée au sens de M. Volterra serait dans ce cas la « fonction » (impropre) $\delta(x-a)$ de M. Dirac. On démontre le théorème : *Lorsque f^x_λ est une fonction uniformément continue de $x \varepsilon M$ et d'un paramètre réel λ, possédant une dérivée*

---

(1) On pourrait généraliser la définition (2), en prenant toujours $\eta = 0$. Quoique cette dérivée généralisée ne doive pas être une fonction d'ensemble *additive*, elle pourrait être utile, en vertu de sa très grande généralité.

(2) F. Riesz, *Ann. École Norm. sup.*, 31, 1914, p. 2-14; J. Radon, *Sitzungsber. Akad. Vienne*, 122, 2A, 1913, p. 1295-1438, en particulier p. 1332-1342 et p. 1324.

par rapport à λ, *laquelle est une fonction continue de* x, *et que* $F = F_\lambda = F[f_\lambda^x]$ *est une fonctionnelle continue de* f_λ^x, *possédant une dérivée invariante absolument additive*, $\partial F_\lambda / \partial \lambda$ *existe et est égale à* $\int_M \partial f_\lambda^x / \partial \lambda (\partial F_\lambda / \partial f_\lambda)_{dx}$. Il s'ensuit que $\partial F_\lambda / \partial \lambda$ est une fonction continue de λ.

De ce théorème on peut tirer quelques conclusions simples.

1. En posant $f_\lambda^x = f^x + \lambda\, \delta f^x$, où δf^x est une fonction continue arbitraire, on trouve le théorème de la moyenne et l'existence de la différentielle ([1])

$$F[f+\delta f] - F[f] = \int_M \left(\frac{\partial F[f+\theta\, \delta f]}{\partial f} \right)_{dx} f^x \qquad (0 < \theta < 1),$$

$$\delta F = \lim_{\varepsilon \to 0} \frac{F[f+\varepsilon\, \delta f] - F[f]}{\varepsilon} = \lim_{\lambda \to 0} \frac{\partial}{\partial \lambda} F[f+\lambda\, \delta f] = \int_M \left(\frac{\partial F}{\partial f} \right)_{dx} \delta f^x.$$

2. Soit $\varphi(x)$ une fonction continue et à dérivée continue,

$$G[f] = \varphi(F[f]).$$

Alors

$$\left(\frac{\partial G}{\partial f} \right)_E = \frac{\partial \varphi}{\partial f} \cdot \left(\frac{\partial F}{\partial f} \right)_E.$$

3. Soit

$$G[f^x] = F[\varphi(f^x)].$$

Alors

$$\left(\frac{\partial G}{\partial f} \right)_E = \int_E \left(\frac{\partial F}{\partial \varphi} \right)_{dx} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial f} \right)^x.$$

MÉCANIQUE. — *Sur le problème théorique de l'équilibrage des pièces tournantes*. Note de M. **David Wolkowitsch**, présentée par M. Maurice d'Ocagne.

La simplicité avec laquelle l'ellipsoïde d'inertie de Culmann permet de traduire, en langage géométrique, la propriété d'additivité des solides, conduit à des résultats intéressants pour l'étude théorique du problème de l'équilibrage d'un corps tournant autour d'un axe.

Un solide S est la somme de deux autres, S_1 et S_2; appelons E, E_1, E_2

---

(1) Cf. aussi P. J. Daniell, *Bull. Am. Math. Soc.*, 2e série, 25, 1919, p. 414-416, où l'existence de F'_E est démontrée en vertu de la supposition que δF existe toujours pour δf continue et max $|\delta f^x|$ assez petit, tandis que $F[f]$ satisfait à une condition de Cauchy-Lipschitz.

les ellipsoïdes d'inertie et e, e_1, e_2 les quadriques conjugées de ces ellipsoïdes, la propriété géométrique à laquelle nous venons de faire allusion est la suivante : *les trois quadriques e_1, e_2 et e appartiennent à un même faisceau linéaire tangentiel.*

Le problème de l'équilibrage se pose ainsi : un solide S_1 de masse m_1 est assujetti à tourner autour d'un axe XX'; il s'agit de disposer un système S_2, connu, de masse donnée m_2, de telle sorte que l'axe XX' devienne axe principal de l'ellipsoïde d'inertie E du solide $S = S_1 + S_2$.

Le nombre des paramètres indépendants, disponibles, est au premier abord de six : les six paramètres de position de l'ellipsoïde E_2; mais ce nombre se réduit à quatre parce que le centre O_2 doit se trouver sur une droite D, homothétique de l'axe XX', le centre de l'homothétie étant O_1 et le rapport d'homothétie $m_1 + m_2/m_1$. De la sorte le centre d'inertie O se trouve ramené sur XX'.

Avec ces quatre paramètres restants, nous devons satisfaire aux deux conditions qui expriment que : la droite XX' qui est diamètre de l'ellipsoïde E, est en outre axe principal de cette quadrique. Ainsi, dans le cas général, nous aurons une double infinité de solutions; mais lorsque l'on réduit, arbitrairement, le nombre des paramètres disponibles, on peut se heurter à une impossibilité; le cas se présente quand on assigne au solide S_2 des formes particulières.

Désignons par a_1, l'antipôle, dans l'ellipsoïde E_1, d'un plan YCZ, quelconque, normal à XX', et par a_2 l'antipôle de ce même plan dans l'ellipsoïde E_2.

Le plan déterminé par le point a_1 et l'axe XX' doit contenir le point a_2, et en outre les moments d'inertie composée de deux solides S_1 et S_2 par rapport au plan ZCY et au plan mené par XX' normalement au plan a_1XX' doivent être égaux.

Telles sont les conditions générales que l'on déduit des propriétés de l'ellipsoïde de Culmann.

Examinons quelques cas particuliers. On voit que l'équilibrage d'un corps, à l'aide d'une masse ponctuelle, d'une sphère ou, plus généralement, d'un corps dont un plan principal est normal à l'axe de rotation XX', n'est possible que si, *dans l'ellipsoïde E_1, le diamètre conjugué du plan ZCY rencontre l'axe XX'.*

Dans ces trois cas, le nombre des paramètres disponibles n'est plus que de 1; comme il y a deux conditions, il y a incompatibilité, sauf si les données satisfont à une condition, qui est celle que nous venons d'énoncer.

Prenons deux masses ponctuelles égales réunies par une tige invariable; le nombre des paramètres disponibles est de 3; comme il y a deux conditions, nous avons une simple infinité de solutions. Il est facile de trouver deux solutions (réelles ou imaginaires) soit que l'on fixe le point O_2 sur la droite D soit qu'on fixe le plan R, passant par la droite D, qui contiendra les deux masses.

Si les deux masses ponctuelles égales sont indépendantes, on dispose de six paramètres (les 2×3 coordonnées des points) soumis aux deux conditions exprimant que le milieu de la distance qui sépare les masses, se trouve sur la droite D. Il reste donc encore quatre paramètres indépendants. Le problème admet une double infinité de solutions.

On peut se servir d'une des masses pour former avec S_1 un solide S'_1 tel que le diamètre $O'_1 a'_1$, conjugué du plan ZCY dans la quadrique E'_1, rencontre XX'; la solution est élémentaire.

Ensuite il devient très facile, à l'aide de la deuxième masse ponctuelle, d'achever la solution du problème.

Si l'on remplace les masses ponctuelles par deux masses sphériques égales, le problème diffère du précédent, très légèrement et seulement pour la première partie, que l'on peut résoudre en cherchant à constituer avec la première masse un corps tel que $O'_1 a'_1$ soit la génératrice d'une quadrique réglée qui rencontre l'axe XX'; la suite du problème se traite comme pour le cas des masses ponctuelles.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur certaines classes de mouvements symétriques par rapport à un axe d'un liquide visqueux incompressible.* Note [1] de **M. Alfred Rosenblatt.**

1. Les mouvements stationnaires dont ils s'agit et qui ont lieu dans des plans passant par l'axe des z sont des solutions des équations

$$(1) \qquad \nu\left[\frac{\partial^2 \omega}{\partial r^2} + \frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{\omega}{r}\right) + \frac{\partial^2 \omega}{\partial z^2}\right] + \frac{\partial \Psi}{\partial z^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{\omega}{r}\right) - \frac{1}{r}\frac{\partial \Psi}{\partial r}\frac{\partial \omega}{\partial z} = 0,$$

où l'on a

$$(2) \qquad \omega = \frac{\partial}{\partial r}\left[\frac{\frac{\partial \Psi}{\partial r}}{r}\right] + \frac{1}{r}\frac{\partial^2 \Psi}{\partial r^2}.$$

[1] Séance du 4 novembre 1935.

Des solutions nouvelles ont été récemment données par MM. G. Strakchowicz [1] et N. A. Slezskij [2].

Le premier a envisagé, entre autres les solutions

$$\Psi = \chi(r) + \alpha z, \qquad \Psi = \chi(r) + \frac{\alpha z^2}{2}. \tag{3}$$

Nous voudrions ici attirer l'attention sur la solution

$$\Psi = f(r)z + f_1(r) \tag{3}$$

que nous croyons nouvelle. On est conduit aux deux équations

$$\nu\left[r\left(\frac{f'}{r}\right)'\right]' + f\left(\frac{f'}{r}\right)' - r\left(\frac{f'}{r}\right)^2 - Cr = 0, \tag{4}$$

$$\nu\left[r\left(\frac{f'_1}{r}\right)'\right]' + f\left(\frac{f'_1}{r}\right)' - \frac{f'f'_1}{r} - C_1 r = 0, \tag{5}$$

C, C_1 constantes.

Supposons le mouvement régulier le long de l'axe des z. Alors Ψ a la forme suivante

$$\Psi = \sum_1^\infty b_n r^{2n}.z + \sum_1^\infty e_n \frac{r^{2n+2}}{2n+2} + K, \tag{6}$$

b_1, b_2, e_0, e_1, K constantes arbitraires. On établit la convergence de ces séries au moyen des équations majorantes ($\sigma = f'_1/r$),

$$\nu\frac{df}{d\rho} - \frac{1}{2}\rho\left(\frac{df}{d\rho}\right)^2 - k\rho - k' = 0 \qquad (k > 0;\ k' > 0), \tag{7}$$

$$\nu\rho\frac{d\sigma}{d\rho} - f\sigma - k_1\rho - k'_1 = 0 \qquad (\rho = r^2;\ k_1 > 0;\ k'_1 > 0). \tag{8}$$

2. Envisageons, plus généralement, le mouvement symétrique autour de l'axe des z dont la composante v_1 dans le plan méridien est donnée par (3) et dont la composante v_2 normale à ce plan [3] est donnée par

$$\mathcal{H} = g(r)z + g_1(r). \tag{9}$$

---

(1) *Mémoires de l'Institut Hydrologique*, 5, 1931, p. 22-34; 6, 1932, p. 27-46, Leningrad; *Applied Mathematics and Mechanics*, II, 1, 1934, p. 74-81; Leningrad-Moscou, 1934.

(2) *Bulletin de l'Université de Moscou*, Cah. 2, 1934, p. 83-87 et 89-90.

(3) Cf. mon fascicule du *Mémorial des Sciences mathématiques : Solutions exactes des équations du mouvement des liquides visqueux*, fasc. 72, 1935.

On a les quatre équations

$$(10)\qquad \nu\left\{\frac{\left[r\left(\frac{f'}{r}\right)'\right]'}{r}\right\}' + f\left[\frac{\left(\frac{f'}{r}\right)'}{r}\right]' - \frac{f'}{r}\left(\frac{f'}{r}\right)' - \frac{2g^2}{r} = 0,$$

$$(11)\qquad \nu\left[\frac{(rg)'}{r}\right]' + \frac{1}{r^2}[f(rg)' - f'rg] = 0,$$

$$(12)\qquad \nu\left\{\frac{\left[r\left(\frac{f'_1}{r}\right)'\right]'}{r}\right\}' + f\left[\frac{\left(\frac{f'_1}{r}\right)'}{r}\right]' - \frac{f'_1}{r}\frac{\left(\frac{f'}{r}\right)'}{r} - \frac{2gg_1}{r} = 0,$$

$$(13)\qquad \nu\left[\frac{(rg_1)'}{r}\right]' + \frac{1}{r^2}[f(rg_1)' - f'_1(rg)] = 0.$$

Elles sont satisfaites par les séries (6) et par

$$(14)\qquad \mathcal{K} = r\sum_0^\infty d_n r^{2n} z + r\sum_0^\infty k_n r^{2n}$$

et les constantes arbitraires sont b_1, b_2, e_0, e_1, d_0, k_0, K. Les équations majorantes ont cette fois la forme

$$(15)\qquad \nu\frac{df}{d\rho} - \frac{1}{2}\rho\left(\frac{df}{d\rho}\right)^2 - \frac{h^2}{16} - K\rho - K' = 0,$$

$$(16)\qquad \nu h - fh - L\rho = 0,$$

$$(17)\qquad \nu\sigma - \frac{1}{2}f\sigma - \frac{1}{4}hh_1 - K_1\rho - K'_1 = 0,$$

$$(18)\qquad h_1\left(\nu - \frac{1}{2}f\right) - \frac{1}{4}\rho\sigma h - L_1\rho = 0,$$

où l'on a

$$(19)\qquad h = rg, \qquad h_1 = rg_1,$$

et les constantes sont positives.

COSMOGONIE. — *Sur une hypothèse cosmogonique.* Note de M. **André Auric**, présentée par M. Eugène Fichot.

Ainsi que nous l'avons précédemment établi [1], le système solaire se compose :

1° d'une très grosse étoile : le Soleil;

---

[1] *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 125.

2° d'anneaux successifs formés chacun à la distance double du précédent;

3° d'une zone neutre caractéristique constituée par les astéroïdes;

4° le tout contenu dans un plan privilégié et animé d'un mouvement de révolution autour du Soleil et de translation vers l'apex.

Nous avions donné dans le tableau annexé à notre Communication deux colonnes, l'une à partir du rayon proprement dit du Soleil, l'autre reposant sur la formation si importante et si caractéristique des astéroïdes.

A la réflexion, il nous a paru possible de ramener ces deux colonnes à une seule et de simplifier considérablement notre loi de formation en remplaçant le rayon proprement dit du Soleil par un élément légèrement plus grand qui doit correspondre à l'extrémité de l'atmosphère solaire.

Limites successives des anneaux nébuleux et des planètes auxquelles ils ont donné naissance.

	Planètes.	Anneaux.
Soleil	0,00465	0,00465
		0,006
Premier anneau	–	
		0,012
Deuxième anneau	–	
		0,024
Troisième anneau	–	
		0,048
Quatrième anneau	–	
		0,096
Cinquième anneau	–	
		0,19
Mercure	0,387	
		0,38
Vénus	0,723	
		0,76
Terre	1,00	

	Planètes.	Anneaux.
Terre	1,00	
		1,52
Mars	1,52	
Astér. (1er max.)	2,75	
		3,04
Astér. (2e max.)	3,15	
Jupiter	5,2	
		6,08
Saturne	9,55	
		12,16
Uranus	19,22	
		24,32
Neptune	30,11	
		–
Pluton (1)	39,6	
		48,64

La limite de celle-ci, qui a été étudiée en détail dans les travaux théoriques de Roche et de Poincaré, dépend essentiellement et exclusivement des conditions d'équilibre mécanique et thermo-dynamique de son arête équatoriale extérieure avec le milieu ambiant.

C'est ce que nous avons admis dans le tableau ci-dessus où l'origine du premier anneau a été fixé à 0,006 U. A., alors que le rayon du Soleil est égal à 0,00465 U. A., ce qui donne pour la hauteur de l'atmosphère environ 0,3 rayon solaire.

Nous trouverons ensuite cinq anneaux hypothétiques inframercuriels formés de double en double et nous ignorons si ces anneaux se sont maintenus dans cet état ou s'ils se sont concentrés en une petite planète.

(1) Extra-solaire captée.

Après, nous avons les quatre anneaux qui ont donné naissance à Mercure, Vénus, la Terre et Mars, ensuite l'anneau spécial aux astéroïdes et enfin, les quatre anneaux concernant les grandes planètes Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

La position actuelle de Pluton semble prouver que son orbite, comme cela se produit pour les satellites extrêmes, a dû subir des variations considérables et qu'elle appartient bien au même anneau que Neptune ou qu'elle a été captée par le Soleil.

Comme l'essaim des astéroïdes possède deux maxima, on peut rattacher cet anneau aussi bien aux quatre planètes intérieures qu'aux quatre planètes extérieures, de sorte qu'à partir du Soleil, on trouve trois séries de cinq anneaux, celle relative aux astéroïdes présentant un léger chevauchement qui permet de dédoubler l'anneau correspondant.

Le fait pour les anneaux de se former à une distance double du précédent entraîne deux conséquences très importantes.

En premier lieu les vitesses v des particules fondamentales soumises à l'attraction newtonienne et obéissant aux lois de Képler sont définies par la formule $v^2 r = f\text{M}$ dans laquelle :

r représente la distance au Soleil;
f le coefficient d'attraction universelle;
M la masse du Soleil.

L'énergie cinétique de ces particules, qui est proportionnelle à v^2, doit donc décroître suivant la distance au Soleil et, par conséquent, suivant les puissances successives de 2, en passant du Soleil aux anneaux suivants.

En second lieu, pour qu'il y ait équilibre général entre toutes les particules fondamentales, il est nécessaire que le produit mv^2 (m étant leur masse) reste constant et pour cela il faut que la masse se dédouble en deux parties égales quand on passe d'un anneau à l'autre, en se rapprochant du Soleil. Près de cet astre toutes les énergies (mécanique, thermodynamique, etc.) sont à leur maximum; par contre toute la matière est désintégrée et la masse de la particule fondamentale est réduite à son minimum.

Au contraire, en s'éloignant du Soleil toutes les énergies diminuent et, par compensation, comme nous l'avons indiqué, les éléments fondamentaux doivent s'associer deux par deux, afin de maintenir l'équilibre général nécessaire.

Chacun des anneaux ainsi détachés doit nécessairement être en équilibre complet (mécanique et thermodynamique) avec le milieu ambiant voisin.

Comme la nébuleuse initiale dont ils sont issus, ils sont tous animés d'un mouvement de révolution autour du Soleil et de translation vers l'apex et soumis à l'attraction newtonienne.

Comme le dit H. Poincaré dans son ouvrage sur les hypothèses cosmogoniques (p. 129), ce milieu en mouvement ne peut exercer qu'une influence des plus favorables sur la marche des astres, captés ou non, car il a une tendance manifeste à régulariser leurs orbites en diminuant leurs inclinaisons et leurs excentricités.

GÉODÉSIE. — *Sur la nouvelle Carte du Massif du Mont Blanc établie à l'échelle du 20000e par Henri, Joseph et Charles Vallot.* Note de M. **Charles Vallot**, présentée par M. Robert Bourgeois.

Jusqu'à ces derniers temps la représentation topographique détaillée du Massif du Mont Blanc ne pouvait être trouvée que sur la carte au 40000e (dite de Mieulet) et sur la carte au 80000e (dite de l'État-Major). Si méritoires que soient ces œuvres pour l'époque où elles furent réalisées, leur précision n'est plus suffisante pour les besoins modernes (géographie physique, géographie humaine, biogéographie, alpinisme) : le rendu du terrain en hachures, celui du glacier en courbes figuratives ne donnent plus satisfaction et les petites échelles ne permettent ni la représentation fidèle des masses rocheuses ni l'inscription des noms topographiques essentiels.

MM. Henri, Joseph et Charles Vallot ont entrepris de remédier à ces inconvénients en établissant à l'échelle du 20000e une carte du massif du Mont Blanc (versant français) basée sur des opérations neuves et entièrement originales, dont la précision est du même ordre que celle des levés au 20000e du Service Géographique de l'Armée de la même époque. Cette carte s'étend sur la zone comprise entre : la ligne faîtière formant la frontière politique de la France depuis le col de Balme jusqu'au col de la Seigne d'une part, et la crête jalonnée par le Buet, le col d'Anterne et la tête du Coloney d'autre par ; soit un territoire de 480^{km^2} environ, qui constitue historiquement dans le Haut Faucigny, une région naturelle dont Chamonix et Saint-Gervais sont les deux centres urbains. Elle donne la représentation précise de tous les détails du terrain et notamment celle des hauts reliefs et des bassins glaciaires.

La triangulation comprend une base de 1785^m de longueur, mesurée en amont de Chamonix avec un ruban d'acier de 50^m dont la tension était

constante et la température connue, et 612 points trigonométriques de trois ordres différents, répartis entre les crêtes, les fonds de vallées et certaines gorges à raison d'un peu plus d'un point par kilomètre carré. Les erreurs maxima, tant en position qu'en altitude, sont respectivement d'environ : $0^m,25$ pour les points de premier ordre; $0^m,50$ pour le deuxième ordre; $0^m,90$ pour le troisième ordre. Cette triangulation a été orientée à l'aide de points qui lui sont communs avec la triangulation du Dépôt de la Guerre. Les altitudes sont rattachées aux repères du Nivellement Général de la France. Les comparaisons de longueurs faites sur des côtés communs à la triangulation italienne (antérieure) et à la triangulation Helbronner (postérieure) ont fait apparaître un accord très satisfaisant pour un levé à l'échelle du 20000ᵉ.

Les levés topographiques sont de deux sortes : *a*, levés directs à la planchette et à la règle à éclimètre, au 20000ᵉ pour 180^{km^2} de régions parcourables sur le terrain et sur le glacier; *b*, restitution photographique d'après le procédé Laussedat aménagé en vue de son application en haute montagne. Le nombre des stations photographiques est de 550, celui des clichés 13×18, de 3500. Pour chaque point identifié sur 3 images au moins, l'abscisse et l'ordonnée ont été mesurées à la loupe, avec une échelle en invar. La détermination des points a été faite graphiquement à l'échelle du 20000ᵉ, la densité des points restitués étant par kilomètre carré (carreau de 5^{cm} de côté) de : 75 à 100 pour le tracé des courbes, de 125 à 150 pour le dessin du rocher ([1]).

La carte en trois couleurs, noir, bistre et bleu, est divisée en feuilles de 5 minutes centésimales de latitude sur 10 de longitude. L'ensemble comprend 15 feuilles pleines, environ. Actuellement 8 feuilles ont été publiées, correspondant à 240^{km^2} dans la région la plus difficile et représentant le versant français du haut relief, depuis le col de Balme jusqu'au Mont Blanc inclus.

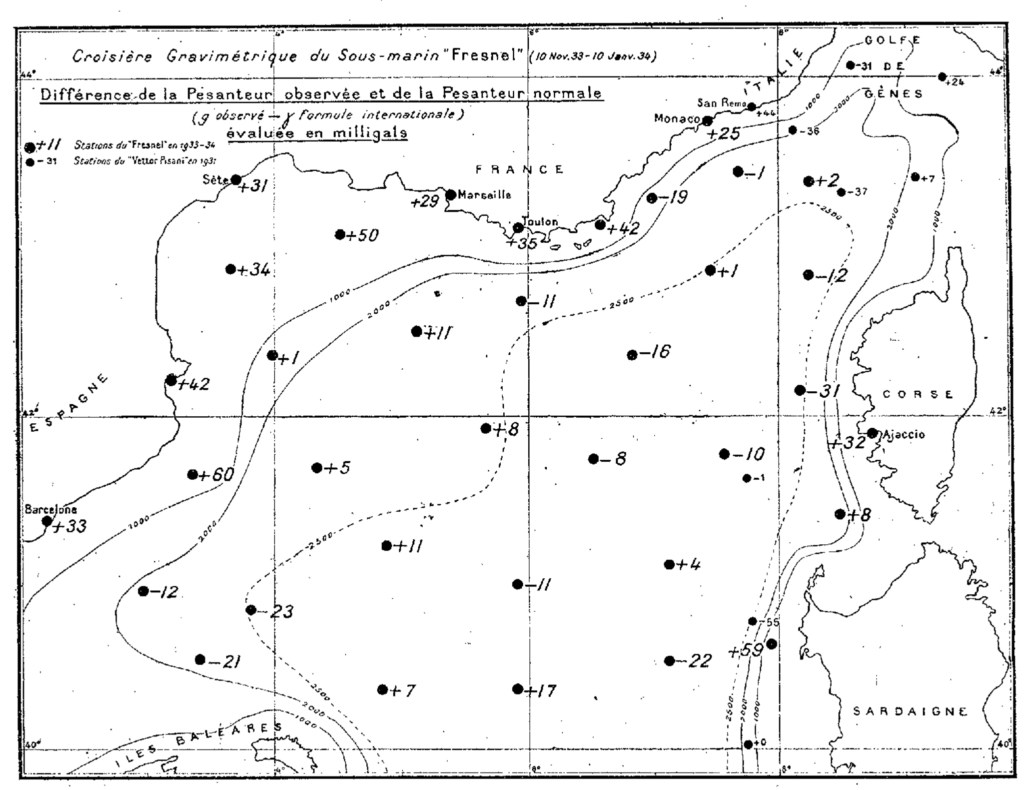
De cette carte au 20000ᵉ dérivent : *a*, une carte de même facture au 50000ᵉ en 4 feuilles s'étendant sur les versants suisse et italien ([2]) du massif du Mont Blanc; *b*, une carte au 60000ᵉ en 2 feuilles, carte d'itinéraires destinée aux touristes et faisant apparaître surtout les voies d'accès de toute nature.

([1]) Le dessin topographique du rocher et des zones de séracs glaciaires est dû à M. Étienne de Larminat.

([2]) Avec l'autorisation du Service topographique fédéral et de l'Institut géographique militaire.

GÉODÉSIE. — *Sur la croisière gravimétrique du sous-marin* Fresnel *dans la partie nord-ouest du Bassin Méditerranéen en* 1933-1934. Note ([1]) de M. **Pierre Marti**, présentée par M. Georges Perrier.

La Commission géodésique néerlandaise ayant prêté gracieusement au Comité national français de Géodésie et Géophysique un appareil de détermination de l'intensité de la pesanteur en mer, du type établi par M. Vening-



Meinesz, le Ministre de la Marine désigna en octobre 1933 le sous-marin *Fresnel* pour effectuer une croisière gravimétrique dans le bassin compris entre les côtes de France et d'Espagne, la Corse et les îles Baléares.

Le Service hydrographique me chargea de l'exécution des observations. M. Vening-Meinesz vint en France pour assister à l'installation de son

---

([1]) Séance du 18 novembre 1935.

appareil sur le bâtiment désigné et me donner tous renseignements théoriques et pratiques concernant l'emploi de l'instrument.

Les observations durèrent 2 mois (du 10 novembre 1933 au 10 janvier 1934), au cours desquels on fit 30 stations en mer et, pour rattacher le réseau marin aux réseaux continentaux voisins, 6 stations dans les principaux ports du bassin étudié, savoir : Toulon (station de référence), Monaco, Ajaccio, Barcelone, Sète et Marseille.

Les stations en mer furent réparties aussi régulièrement que les circonstances le permirent, à environ 80^{km} l'une de l'autre, de manière à obtenir un aperçu d'ensemble des anomalies de la pesanteur dans la région étudiée.

Les résultats des observations, ramenés à ce qu'ils seraient si celles-ci avaient été faites au niveau de la mer et sur un bâtiment immobile à la surface du globe, ont été comparés aux valeurs théoriques de la pesanteur calculées par la formule internationale en fonction de la latitude des divers lieux d'observation.

Cette comparaison fait ressortir des anomalies dont le croquis ci-joint rend compte; ce croquis indique d'ailleurs, en caractères particuliers, les anomalies relevées dans la partie est du même bassin par le sous-marin italien *Vettor Pisani* en 1931.

Des calculs sont en cours, tendant à affranchir ces anomalies de l'influence du relief connu de la croûte terrestre, en particulier de l'influence des profondeurs de la mer, relativement grandes dans cette région. Les résultats de ces calculs feront l'objet d'un compte rendu ultérieur. Mais dès à présent on peut remarquer que dans la moitié nord du bassin étudié les intensités de la pesanteur trouvées à l'est du méridien de Toulon sont généralement inférieures à la normale, tandis que celles qui ont été trouvées à l'ouest de ce méridien sont généralement supérieures à la normale.

Un rapport détaillé relatif à cette croisière est donné dans le *Compte rendu du Comité national français de Géodésie et Géophysique* pour les années 1933, 1934 et 1935.

ÉLECTRICITÉ. — *L'action des rayons ultraviolets sur la conductibilité électrique du quartz.* Note [1] de M. **Reza Radmaneche**, présentée par M. Charles Fabry.

Nous avons étudié les variations de la conductibilité électrique du quartz sous l'action des rayons ultraviolets; le dispositif de mesure est le même que celui utilisé pour l'étude de l'influence de la température [2].

Pour éviter l'influence non négligeable de l'humidité, le quartz est enfermé dans une boîte métallique entièrement close dont l'atmosphère était désséchée par du sodium, une fenêtre de quartz laisse passer les radiations produites par une lampe à mercure dont le régime normal est de 3,5 ampères sous 75 volts.

Les électrodes étaient protégées par des caches de papier noir; on évitait ainsi tout effet photoélectrique sur les électrodes, les radiations ne tombent que sur la partie médiane de la lame.

Au début la courbe du courant présente un point d'inflexion, puis le courant augmente rapidement et ensuite de plus en plus lentement, cette inflexion disparaît quand on ne prend pas le soin de couvrir les électrodes.

L'augmentation de la conductibilité a été déjà signalée sommairement par A. Joffé [3] sans donner les détails techniques et l'ordre de grandeur de l'intensité des rayons utilisés.

Nous avons déterminé la variation de la conductibilité en fonction du temps d'irradiation et ceci pour différentes tensions appliquées à la lame. Les expériences ont été répétées pour différents échantillons de quartz et avec des armatures variées (palladium, étain, argent).

Les courbes en traits pleins ci-contre, qui correspondent à une lame $20 \times 20 \times 2^{mm}$ avec armatures et électrodes en argent, expriment la variation du courant en fonction du temps d'irradiation à 20° C, et à chacune d'elle correspond une courbe en pointillé qui traduit la décroissance de la conductibilité à partir de l'instant ou l'on cesse d'irradier.

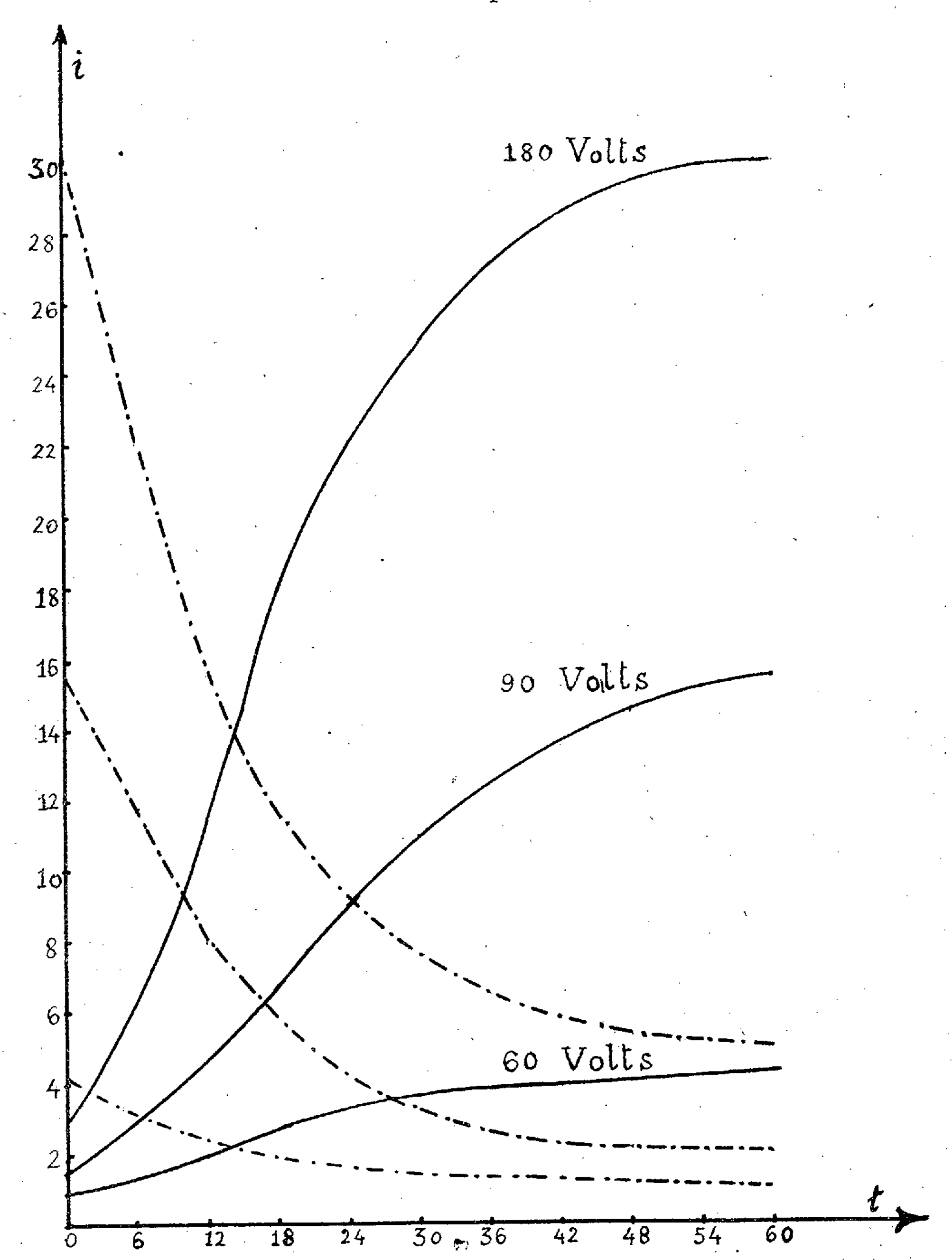
Nous avons porté en ordonnées des nombres proportionnels à l'inten-

(1) Séance du 18 novembre 1935.

(2) *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 448.

(3) *Ann. der Physik*, **72**, 1923, p. 461.

sité du courant et en abscisses le temps en minutes. Les mesures ont été



faites à des intervalles de 3 à 9 minutes et chaque mesure ne durait que 15 à 25 secondes.

ÉLECTRICITÉ. — *Un système de transformation à réponse logarithmique pour courant continu.* Note de M. **Maurice Lambrey**, présentée par M. Charles Fabry.

Soit un tube électronique à grande résistance interne pour lequel le courant anodique i est donné, en fonction de la tension grille u, par la relation $i = i_0 \exp. \beta(u - u_0)$ (I). On peut se poser le problème d'utiliser ce tube pour obtenir une réponse $(u - u_0)$ fonction linéaire du logarithme d'un courant donné i. Cela suppose qu'on utilise la lampe d'une façon inusitée, puisqu'on se donne à l'entrée un courant plaque et qu'on désire à la sortie une tension grille.

Supposons que le courant anodique i et le courant I pour lequel on demande une réponse logarithmique parcourent en sens inverse une même résistance R, petite vis-à-vis de la résistance interne de la lampe et vis-à-vis de la source S produisant I. On peut imaginer un montage dans lequel i compense à tout instant I, ses variations étant d'ailleurs commandées par l'intermédiaire de la tension grille de la lampe. Un voltmètre, mesurant ces variations de polarisation aura alors une réponse fonction linéaire de log I.

Voici, à titre d'exemple, une réalisation de ce montage avec deux lampes Philips E 452 T, utilisées en triodes. Le circuit anodique de la première lampe, A, comporte, en partant de la cathode, une résistance R_1(500 ω) une résistance R(10 000 ω) traversée par le courant anodique de α vers β, et la batterie anodique (83 volts). La source S de courant I à transformer, dont la résistance est au minimum 100000 ω, débite sur R de β vers α. Le circuit anodique de la seconde lampe B comporte une résistance R_2(1000 ω) parcourue de γ vers δ et la batterie plaque (98 volts). Un voltmètre V (résistance 20000 ω) est en dérivation sur R_2. Le circuit grille de B comporte, en partant de la cathode : la résistance R de β vers α, la résistance R_1 et une pile de polarisation provoquant une chute de tension 1,5 volt. Le circuit grille de A comprend, en partant de la cathode : la résistance R_1, la résistance R(de α vers β), la résistance R_2(de γ vers δ) et une pile de polarisation provoquant une chute de tension de 3,8 volts.

Dans ces conditions si S ne débite pas, le courant i de la lampe A a une valeur i_1 inférieure au μA. Le courant i de la lampe B a une valeur $i_2 = 3360$ μA ; les polarisations des grilles sont respectivement

$$u_1 = -7 \text{ volts}, \qquad u_2 = -1{,}5 \text{ volts}.$$

L'indication de V est 3,2 volts.

Ceci dit, en admettant en première approximation que les caractéristiques des lampes satisfont à (I) il est aisé d'écrire les équations du système et d'en déduire : 1° que le système est stable; 2° que l'apparition de I entraîne une augmentation de i qui croît avec I, tandis que l'indication de V décroît. Entre I et la variation correspondante Δi_2 du courant de B (proportionnelle à ΔV) on a la relation

$$I = \frac{R_1 + R}{R}\left\{ i_1\left(\frac{e^{-\beta R_2 \Delta i_2}}{1 + \frac{\Delta i_2}{i_2}} - 1\right) - \frac{1}{\beta(R_1 + R)}\operatorname{Log}\left(1 + \frac{\Delta i_2}{i_2}\right)\right\},$$

et l'on peut montrer que, sur une étendue de variation assez grande, cela peut se confondre pratiquement avec

$$I = A \exp.(-\beta \Delta V),$$

ce qui est la relation cherchée.

Expérimentalement les conditions n'étaient pas très favorables, les lampes utilisées ayant des caractéristiques assez différentes et non parfaitement exponentielles. Nous avons cependant obtenu une réponse satisfaisante sur un intervalle de variation de 40 décibels, comme l'indique le tableau suivant :

I μA.........	6900	2750	889	442	163	47,1	12,3
log I.........	3,84	3,44	2,95	2,65	2,21	1,67	1,09
V observé....	4	12,4	26,8	36,0	49,8	65,8	76,2
V calculé.....	à partir de	12,4 admis	27,2	36,3	49,5	65,8 admis	

On peut évidemment imaginer d'autres montages, d'autant plus que les lampes à « pente variable » du commerce ont des caractéristiques très diverses, devant satisfaire à la fois à la réduction de la distorsion de modulation et à celle de l'intermodulation [1].

C'est ainsi que Rommel [2] considère que, sur une faible étendue, on peut représenter la caractéristique par $i = \log a/(b - u)$. Utilisant la lampe suivant le mode normal il peut alors réaliser un montage simple et évident dans lequel, pour u négatif, grand vis-à-vis de b en valeur absolue, Δi est proportionnel à $\log \Delta u$. La gamme utilisable est 20 décibels.

F. V. Hunt [3] décrit un montage à trois lampes *en tandem*, débitant

---

[1] R. O. Carter, *Wir. Eng. and Exp. Wir.*, 9, 1932, p. 429.
[2] *Hochfrequenz techn. und el. Ak.*, 40, 1932, p. 124.
[3] *Rev. of Sc. Inst.*, 4, 1933, p. 672.

sur une tridiode et donnant, pour une tension alternative appliquée à l'entrée, une réponse logarithmique sur 80 décibels.

Il est à peine besoin de souligner l'intérêt d'un appareil à réponse logarithmique pour de nombreuses mesures (acoustique, photométrie photographique, etc.). Les constructeurs peuvent, paraît-il, livrer des lampes à caractéristique de forme quelconque (Carter, *loc. cit.*). On peut donc espérer avoir bientôt des appareils simples à réponse logarithmique sur une gamme étendue.

PHOTOMÉTRIE. — *Sur une erreur en photométrie photographique.* Note de M. **Jean Lagrula**, présentée par M. Charles Fabry.

La méthode la plus rationnelle de photométrie photographique consiste à mesurer l'opacité de plages homogènes. Une cause d'erreur consiste en l'inégalité des surfaces des diverses plages. On peut atténuer ce défaut, mais, lorsqu'on cherche la précision du centième de magnitude stellaire, il est très difficile de le supprimer. Divers facteurs interviennent en effet :

1° la non-planéité des plaques photographiques : on observe couramment des écarts de plusieurs centièmes de millimètre;

2° les défauts de mise en place des plaques dans leur châssis;

3° dans le cas des plages pupillaires (méthode de M. Ch. Fabry), lorsqu'on emploie simultanément plusieurs objectifs auxiliaires, on peut s'attendre à de légères différences dans leurs longueurs focales.

Soit m la magnitude d'un astre; la formule de Pogson $m = a - 2,5 \log_{10} E$ (dans laquelle E est l'éclairement produit par l'astre et a une constante), donne, par différentiation, $dm = -0,4343 \times 2,5\, dE/E$.

Lorsqu'on utilise des plages pupillaires, l'éclairement de la plaque photographique est $E' = E\, F^2/f^2$,

F étant la distance focale de l'objectif principal;
f la distance focale de l'objectif auxiliaire.

Si la surface S de la plage subit une variation ΔS, l'éclairement E' devient $E' + \Delta E'$, et l'on a $\Delta E/E = -\Delta S/S$.

Donc, quand la surface de la plage varie de ΔS, tout se passe, au point de vue de son noircissement, comme si l'éclairement de l'objectif principal avait varié de la quantité ΔE définie par la relation précédente, c'est-à-dire comme si la magnitude avait varié de

$$\Delta m = +1,086 \frac{\Delta S}{S}.$$

Ainsi, conclusion importante en photométrie photographique différentielle, *l'erreur est indépendante de la loi du noircissement de l'émulsion.*

Lorsqu'on utilise cette méthode, il convient par conséquent :

1° de réduire autant que possible les écarts ΔS; dans certains montages, il est avantageux de remplacer les plaques par des « portraits-films », dont la souplesse permet une mise en place plus rigoureuse. Je reviendrai sur ce point dans une publication plus étendue;

2° de mesurer une dimension r de chaque plage.

On a

$$\frac{\Delta S}{S} = 2\frac{\Delta r}{r}, \qquad \Delta m = +2,172\frac{\Delta r}{r}.$$

Dans le cas des plages pupillaires, dont le bord est net, la mesure au comparateur est précise. Avec les plages que j'utilise, dont le diamètre est de l'ordre du millimètre, l'erreur sur r est de quelques millièmes. On peut ainsi compter sur le centième de magnitude. L'opération est beaucoup plus rapide que la mesure photométrique proprement dite.

SPECTROSCOPIE. — *Les spectres d'absorption de la vapeur de soufre.* Note [1] de M. **Louis d'Or**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous nous intéressons ici uniquement à l'absorption située dans le visible et dans l'ultraviolet proche.

1. Par des mesures de densité à différentes températures et différentes pressions, on s'est rendu compte depuis longtemps déjà de l'existence de plusieurs espèces moléculaires dans la vapeur de soufre.

On doit donc s'attendre à ce que le spectre complet de la vapeur de soufre se décompose en plusieurs spectres relatifs chacun à un type déterminé de molécule; effectivement, dans les régions indiquées plus haut, la vapeur de soufre présente trois spectres très différents d'aspect :

A. Un spectre qui s'étend de 2475 à 3800 Å environ et est constitué par un grand nombre de bandes dont une partie a une structure fine [2]. On est d'accord pour l'attribuer à la molécule S_2.

B. Un spectre sans aucune structure apparente qui s'étend vers le rouge jusqu'à 3500 Å au moins; V. Henri et Tèves [3] l'attribuent à S_8 et S_6.

---

[1] Séance du 12 novembre 1935.

[2] Travaux de Graham, V. Henri et Tèves, Rosen, Christy et Naude.

[3] *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1156.

C. Enfin un spectre déjà signalé, mais sans beaucoup de précision, par Graham [1], Dobbie et Fox [2], et Rosen [3]. Il est constitué par un ensemble de bandes sans structure fine apparente et s'étendant de 3600 à 4200 Å au moins. L'attribution de ce spectre à une molécule déterminée présente plus de difficultés que pour les précédents.

2. En 1910, Graham [1] conclut que A est dû à S_2 et C à S_8.

En 1919, Dobbie et Fox [2] reprennent la même étude et attribuent à la molécule S_3 l'absorption C. Mais ces interprétations sont combattues en 1927 et 1928 par Rosen [3] qui conclut de ses propres travaux que le spectre en question est dû à S_2 comme celui mentionné en A.

3. Ces conclusions contradictoires ne sont basées que sur des hypothèses, que nous discuterons ailleurs. Mais tant que l'on n'est pas à même de lire avec certitude sur un spectre la structure de la molécule qui est responsable de celui-ci, il n'y a qu'un seul moyen de résoudre un problème tel que celui qui se pose à propos de la vapeur de soufre : c'est de compléter l'étude spectrographique par l'étude thermodynamique. Ce moyen n'a pas été employé jusqu'ici; d'où la divergence des conclusions précitées. C'est ce qui nous a conduit à reprendre le problème; comme base thermodynamique, nous avons eu recours aux travaux de Preuner, Schupp et Brockmöller [4] qui jusqu'ici on fait autorité pour tout ce qui concerne les équilibres entre les différentes espèces moléculaires de la vapeur de soufre; d'après ces auteurs, ces espèces se réduisent à trois : S_2, S_6, S_8 (indépendamment du soufre monoatomique).

4. Nous avons notamment fait les deux séries d'expériences suivantes :

a. Essais à concentration totale variable avec la température (la vapeur de soufre provenant d'un échantillon de pyrite très pure avec laquelle elle était en équilibre) [5].

b. Essais à concentration totale constante et à température variable.

Au cours des essais *a* (par exemple dans les conditions suivantes : conc. totale 10^{-3} gr/cm³, épaisseur absorbante 5mm) à température croissante, on observe simultanément l'apparition des spectres A et C, lesquels vont d'abord tous deux croissant en intensité; mais l'absorption C passe par un maximum tandis que A va encore en croissant; puis C s'efface tandis que A

---

(1) *Roy. Soc. Proc.*, (A), 84, 1910, p. 311.
(2) *Roy. Soc. Proc.*, 95, 1919, p. 484.
(3) *Zeits. Phys.*, 43, 1927, p. 69; 48, 1928, p. 545.
(4) *Zt. Phys. Ch.*, 68, 1910, p. 129 et 81, 1913, p. 129.
(5) Voir L. d'Or, *Journ. de Chimie phys.*, 27, 1930, p. 239, et 28, 1931, p. 377.

continue non seulement à s'accentuer, mais prend de plus en plus d'extension vers le visible jusqu'à venir recouvrir de ses bandes à belle structure fine, la région précédemment occupée par les bandes sans structure de C.

Comme à température croissante et concentration totale constante, la vapeur s'enrichit continuellement en S^2 au détriment des autres molécules plus grosses (d'après la densité), le fait observé s'accorde bien avec l'attribution de A à S_2, *mais démontre que* C *n'est pas dû à* S_2.

5. D'autre part, au cours des essais *a* à température croissante, on n'observe de parallélisme qu'entre l'évolution du spectre A et celle de la concentration moléculaire de S_2; l'absorption C continue à croître notablement dans un domaine de température où les concentrations *calculées* de S_6 et S_8 décroissent; de plus, en comparant les spectres de la série *a* à celle de la série *b*, on s'aperçoit que l'absorption C peut se présenter avec la même intensité dans des conditions où les concentrations calculées de S_2 diffèrent très fortement entre elles, en même temps que les concentrations de S_6 entre elles et celles de S_8 entre elles.

Il en résulte ou bien que C est dû à S_6 ou S_8, ou bien qu'il existe une autre molécule que S_2, S_6, S_8 dont les calculs ne tiennent pas compte. Cette autre molécule est selon toute vraisemblance S_4 ou S_3. De toute manière *les conclusions des travaux fondamentaux de Preuner, Schupp et Brockmöller sont infirmées*. Nous avons entrepris de nouvelles recherches à ce sujet.

6. Quelle que soit la molécule inconnue, les mesures de densité de la vapeur de soufre permettent d'affirmer qu'à température croissante et concentration totale constante, la vapeur d'abord relativement riche en S_8 va s'appauvrissant en S_8.

Or la série *a* d'essais montre que C est absent aux basses températures (auxquelles c'est B qui apparaît) (exemple : concentration totale, 10^{-3} g/cm³; C est absent à 456° C. sous 5mm d'épaisseur, mais apparaît vers 560° et va se développant jusqu'au delà de 630° C.). C *n'est donc pas dû à* S_8.

Conclusions. — La vapeur de soufre comporte au moins quatre espèces de molécules en dehors de S_1. Toute base thermodynamique certaine fait défaut pour l'étude de la vapeur de soufre, les résultats de Preuner, Schupp et Brockmöller étant en désaccord avec l'expérience. Le spectre d'absorption C n'est pas dû à S_8 comme l'admettait Graham, ni à S_2 comme l'admettait Rosen, mais bien à une molécule intermédiaire, vraisemblablement S_4 ou peut-être S_3.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la structure de rotation des systèmes de bandes* D *et* E *de* CuCl. Note de M. **Jean Terrien**, présentée par M. Aimé Cotton.

1. Nous avons trouvé qu'on peut produire facilement le spectre de bandes de la molécule CuCl, avec une grande intensité et une bonne pureté, au moyen d'un tube à décharge en pyrex muni d'électrodes intérieures et alimenté par une tension alternative de 2000 volts; le tube est relié aux pompes à vide, et contient du chlorure cuivreux qu'on vaporise en chauffant au chalumeau.

Ces bandes ont été obtenues en absorption par Ritschl, qui les a classées en cinq systèmes dont il a fait l'analyse vibrationnelle; mais on ne sait rien, ni sur la structure de rotation, ni sur la nature des états électroniques. L'analyse de Ritschl laisserait penser que l'état le moins excité est le même pour les cinq systèmes, et pourtant ceux-ci n'apparaissent que successivement lorsqu'on élève la température de la vapeur absorbante.

Nous avons donc photographié ce spectre dans le deuxième ordre d'un grand réseau concave, avec une dispersion de 1 Å/mm; en 1 heure on obtient avec une intensité I suffisante les bandes violettes des systèmes D et E. Ces bandes ont un aspect très complexe, qui s'explique par deux raisons : 1° les fréquences de vibration ω et les facteurs d'anharmonicité x des deux états sont très voisins, il doit en être de même des facteurs B et les raies sont très serrées; 2° chaque élément de la molécule a un isotope et l'on obtient en réalité les spectres superposés des quatre molécules, d'abondance décroissante : $^{63}Cu^{35}Cl$, $^{65}Cu^{35}Cl$, $^{63}Cu^{37}Cl$ et $^{65}Cu^{37}Cl$.

2. *Système* E. — La bande $v'=0$, $v''=0$, $\lambda 4333,19$ de ce système est celle dont la structure apparaît le plus nettement, grâce à la faible intensité des autres bandes de la même séquence, et à la petitesse de l'effet d'isotopie de vibration, qui est ici négligeable. Elle est, comme les autres d'ailleurs, dégradée vers le rouge, donc $B' < B''$; les raies les plus intenses forment une branche R, où l'on compte, depuis la tête, une centaine de raies, dont l'espacement de variation parabolique fournit la valeur $B' - B'' = -0,0085$ cm^{-1}; une autre suite de raies, d'intensité croissante, dont les premières sont visibles à 13 cm^{-1} de la tête, constitue une branche P; les nombreuses autres raies s'expliquent toutes par le déplacement isotopique de rotation des raies précédentes. Il se trouve que les dernières raies P et R observables sont en coïncidence, cette simplification

apparente permet une mesure précise des quatre raies isotopiques, leurs intervalles sont conformes à la théorie si l'on admet que l'origine est à moins de 10 cm^{-1} de la tête; cet ordre de grandeur est acceptable : si l'on admet une distance internucléaire de $2,2.10^{-8}$ cm (comme dans le réseau cristallin), on calcule $B''=0,154 \text{ cm}^{-1}$ et l'origine serait à $\Delta\nu=(B'+B'')^2/4(B'-B'')=3 \text{ cm}^{-1}$ environ de la tête. L'aspect de la bande ne contredit pas ces évaluations.

L'examen des bandes de la séquence $v'-v''=1$, bien que plus délicat permet pourtant de retrouver les traits essentiels de la bande précédente. Les caractères observés pour ce système E sont ceux d'un système ${}^1\Sigma - {}^1\Sigma$.

3. *Système* D. — La bande $v'=0$, $v''=0$, λ 4353,86 de ce système est aussi la plus claire; elle a deux têtes distantes de $3,3 \text{ cm}^{-1}$, et l'on observe deux suites de raies qui convergent vers ces deux têtes ; il est probable que ce sont les branches R et Q d'une transition ${}^1\Pi - {}^1\Sigma$; la tête Q fixerait alors la position de l'origine de la bande; la mesure de $B'-B''$ donne de 0,009 à $0,01 \text{ cm}^{-1}$, d'où l'on calcule $B''=0,17$ à 0,18, valeur qui concorde avec les évaluations du paragraphe précédent.

Une étude plus poussée de ces deux systèmes, et des résultats plus précis ne seront sans doute possibles que par l'étude de clichés plus détaillés, obtenus avec des moyens dispersifs plus puissants.

SPECTROSCOPIE. — *Influence de la pression et des gaz étrangers sur l'absorption optique du chlorure de chromyle.* Note de M. **Michel Kantzer**, présentée par M. Charles Fabry.

L'étude porte sur la région du spectre où la décomposition photochimique de la vapeur n'a pas lieu [1].

Le spectrographe est à réseau concave de 1^m de rayon, employé en deuxième ordre avec une dispersion de 13 Å par millimètre et un pouvoir de résolution de 35 000. Les mesures sont faites à 20°.

Effet de pression. — On compare les absorptions produites par un même nombre de molécules, dont on fait varier la proximité. Le chlorure est vaporisé dans le vide : un dispositif approprié permet d'obtenir, sans ouvrir, cinq masses connues de vapeur dans quatre cuves à faces parallèles, communiquant entre elles, de longueurs différentes et de sections égales.

---

(1) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1882.

On compare les spectres fournis par cinq valeurs du produit masse de vapeur, longueur de cuve, pour des masses croissantes.

Les raies d'absorption se classent en trois séries A, B, C, les mêmes que pour l'effet de température ([1]). Dans chacune, l'effet est indépendant de la fréquence.

Série A. — Quand les molécules se rapprochent, l'absorption augmente.
Série B. — Dans les mêmes conditions, l'absorption diminue.
Série C. — Même effet, mais plus rapidement atteint.

Effet de gaz. — On observe l'absorption d'une quantité constante de vapeur sèche, mélangée à des gaz purs, sous des pressions partielles croissantes. On a utilisé les gaz suivants : hydrogène, argon, azote, gaz carbonique, chlore et fluorure de soufre, tous chimiquement inactifs sur le chlorure de chromyle.

On a observé pour l'hydrogène une forte augmentation de l'absorption de toutes les raies, décroissant vers les grandes fréquences. La densité optique est multipliée par 1,5 pour une addition de molécules d'hydrogène en nombre égal à celui de molécules de chlorure, et n'augmente presque plus si l'on fait croître la pression d'hydrogène.

Pour les autres gaz, on observe des effets analogues, décroissant régulièrement d'intensité à mesure que la masse moléculaire augmente. Pour CO^2, effet nul, sauf une légère diminution d'intensité des raies de la série C. Avec le fluorure de soufre l'effet est identique à celui que donne un accroissement de densité (à masse constante) du chlorure de chromyle; les molécules SF^6 et CrO^2Cl^2 produisent les mêmes effets. Il est à remarquer que les deux molécules ont des masses moléculaires très voisines (146 et 155).

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur la mesure des propriétés mécaniques des pellicules plastiques.* Note de MM. **A. Vila** et **F. Tesson**, transmise par M. Jules-Louis Breton.

Les matières plastiques des peintures, vernis et autres enduits dont les matériaux sont ordinairement revêtus, ne remplissent efficacement un rôle protecteur que si leurs déformations élastiques sont au moins égales à celles des déformations normales des subjectiles. Cette exigence appelle une mesure.

([1]) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1226.

1. Nous avons cherché à caractériser et à mesurer les propriétés mécaniques des pellicules plastiques isolées de leur support en nous inspirant des données formulées par M. Bouasse [1] dans ses travaux classiques sur les types des déformations mécaniques, après nous être informés des méthodes pratiquées au cours des récentes et fructueuses recherches des métallurgistes [2] sur l'état des métaux portés à haute température.

Dans les expériences ici décrites, on a fait subir à des éprouvettes découpées dans des pellicules neuves, vieillies, ou artificiellement usées [3], une suite d'efforts variables avec le temps, à température constante.

2. L'appareil utilisé a, comme pièce essentielle, un levier solidaire de l'éprouvette à examiner.

Les efforts sont transmis à la pellicule plastique suspendue au levier, par un fil; à l'extrémité du fil un flotteur lesté plonge dans une éprouvette contenant de l'eau. La variation des poussées hydrostatiques subies par le flotteur est obtenue par des dénivellations de l'eau de l'éprouvette. L'arrivée ou la sortie, à débit constant, de cette eau permet d'imprimer à la pellicule une succession d'efforts continus, réversibles, graduables avec la plus grande douceur.

Ce dispositif présente des variantes au moyen desquelles on peut : 1° soumettre la pellicule *isolée* à l'action de tractions pour l'étude du fluage et de la rétroactivité; 2° faire subir à une pellicule supportée des pressions, transmises par une bille indéformable ($d = 0{,}4$ à $0{,}8^{\text{mm}}$), pour l'étude de la compressibilité et de la dureté.

Les dénivellations enregistrées en fonction du temps pendant les allongements et les retraits, s'observent instantanément, avec une précision de l'ordre du millième de millimètre à l'aide du microcathétomètre à liquide réalisé à cette fin par l'un de nous [4].

L'ensemble des appareils est fixé sur un socle lourd, à l'abri des trépidations.

3. On a constaté la complexité des déformations observées quand des efforts de traction sont appliqués à des pellicules plastiques, suivant la nature de la matière. Les tracés cycliques des graphiques indiquent à des degrés divers la présence des propriétés de viscosité et d'élasticité; l'une ou l'autre apparaît dominante.

---

(1) Bouasse, *Résistance des matériaux*, Paris.

(2) P. Chevenart, *Revue de Métallurgie*, 31, novembre 1934, p. 473.

(3) A. Vila, *Recherches et Inventions*, n°s 244, janvier 1935 et 249, juin 1935.

(4) F. Tesson, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 439.

Voici quelques-unes des plus intéressantes observations de nos premières expériences sur des éprouvettes : 30 × 1^{mm},5 sous des tractions successives de 20^{g}, 60^{g}, 20^{g} pour des pellicules de 0^{mm},20 d'épaisseur moyenne.

A la décharge, les courbes présentent généralement un maximum carac-

PELLICULE	FLUAGE I	FLUAGE II	FLUAGE III	RÉTROACTIVITÉ I	RÉTROACTIVITÉ II	RÉTROACTIVITÉ III
A Peinture au goudron à l'aluminium	149	26,4	9,6	0	0	0,1
B Peinture au minium de fer	81,6	79,2	63	0,58	0,64	0,64
C Peinture au minium de plomb	91,2	15,4	0,58	0,1	0,21	0,43
D Vernis à l'huile d'aleurites Montana	52,8	20,2	4,32	0,24	0,25	0,50

térisant la *rétroactivité* (rapport du retour élastique au *fluage* dû à la surcharge).

L'étude des cycles de fluage, associée à une technique d'usure artificielle rapide, permet d'exprimer et de concrétiser l'action dégradante d'un milieu extérieur sur les pellicules plastiques revêtant les matériaux.

Nous pensons utiliser également cette étude à la recherche des améliorations et des perturbations apportées par l'introduction de corps nouveaux dans les matières plastiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les substances inhibitrices de la corrosion du fer par les acides.* Note de MM. **Jacques Bancelin** et **Yves Crimail**, présentée par M. Georges Urbain.

On sait que certaines substances organiques possèdent la faculté de ralentir considérablement l'attaque du fer par les solutions acides.

En général l'effet inhibiteur est d'autant plus prononcé que la concentration en substance protectrice, dans la solution acide, est plus grande. C'est ce que nous avons vérifié, en étudiant l'attaque de lames de tôle d'acier extra-doux par des solutions N/10 d'acide chlorhydrique, additionnées de quantités croissantes de rhodamine.

Mais il n'en est pas toujours ainsi : des essais faits avec des solutions d'acide chlorhydrique N/10 additionnées de thiourée révèlent un minimum d'attaque du fer pour une concentration en thiourée un peu supérieure à 50^{mg} par litre.

Le tableau suivant indique les pertes de poids, exprimées en grammes par mètre carré et par jour, des lames d'acier plongeant dans des solutions N/10 d'acide chlorhydrique additionnées des quantités indiquées, en milligrammes par litre, de rhodamine ou de thiourée :

	Teneur en milligrammes par litre de la substance inhibitrice suivante :										
	1.	2.	5.	10.	20.	100.	250.	500.	1000.	2000.	3000.
Rhodamine.	5,9	4,8	4,4	3,8	3,2	2,2	1,9	1,7	–	–	–
Thiourée....	2,60	2,36	1,96	1,85	1,48	1,41	1,74	1,95	2,20	2,90	3,30

Nous avons vérifié que cette différence d'action de la rhodamine et de la thiourée ne peut s'expliquer par une différence d'adsorption des deux substances. Les courbes, représentant les quantités de substance inhibitrice adsorbée par unité de surface des lames en fonction de la concentration de la solution, montrent que cette quantité croît régulièrement en fonction de la concentration de la solution.

Nous avons déterminé la force électromotrice de la pile constituée par la lame d'acier plongeant dans l'acide chlorhydrique N/10 additionné de quantités connues de substance inhibitrice accouplée à une électrode au calomel. Les résultats des mesures exprimées en millivolts sont les suivants :

	Concentration de la substance inhibitrice en milligrammes par litre.										
	1.	2.	5.	10.	20.	50.	100.	200.	500.	1000.	2000.
Rhodamine.....	605	603	–	590	584	582	578	–	570	556	550
Thiourée.......	620	614	609	596	591	585	585	592	597	606	620

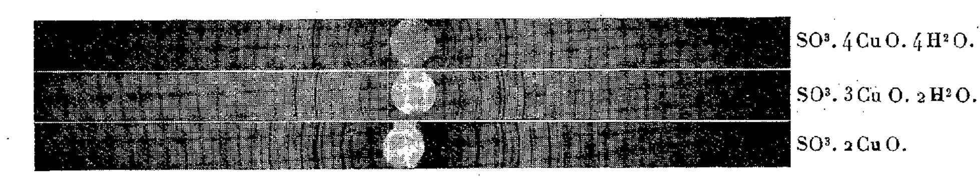
La suite des nombres est constamment décroissante dans le cas de la rhodamine, tandis que, dans le cas de la thiourée, elle présente un minimum pour une concentration un peu supérieure à 50^{mg}, qui correspond bien au minimum de la corrosion du fer par ces solutions. Il semble donc que l'effet inhibiteur soit en relation avec les phénomènes électrolytiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Décomposition du sulfate cuivrique pentahydraté par la chaleur.* Note [1] de M. **O. Binder**, présentée par M. Georges Urbain.

On sait que par chauffage progressif le sulfate cuivrique pentahydraté se transforme successivement en sulfate trihydraté, monohydraté et anhydre. Si l'on continue à chauffer le sulfate cuivrique anhydre se décompose ensuite en donnant de l'oxyde cuivrique anhydre.

Cependant on a signalé que le chauffage du sulfate cuivrique au rouge sombre conduirait à des sulfates basiques, dont l'un serait un produit rouge canelle [2] de formule $3SO^3.8CuO$ et l'autre une poudre amorphe jaune orangé [3] qui s'écrirait $SO^3.2CuO$.

J'ai repris l'étude de la transformation du sulfate de cuivre sous l'action de la chaleur. Par chauffage ménagé de ce sel finement pulvérisé, au four



Spectres de diffraction de rayon X (Kα de Cu).

électrique à 650°, il m'a été possible d'obtenir une poudre homogène, jaune indien. Ce produit ne contient pas de cuivre sous forme métallique ou sous forme cuivreuse provenant d'une réduction possible, ainsi que l'on peut s'en assurer à l'aide du réactif phosphomolybdique de Fontès et Thivolle.

L'analyse directe du produit préparé à différentes reprises conduit bien à la formule $SO^3.2CuO$. Ce produit possède un spectre de diffraction de rayons X caractéristique, ainsi que j'ai pu m'en assurer. Ce sulfate basique anhydre est stable à l'air sec. Sous l'action de l'eau il se transforme rapidement en passant du jaune indien au bleu vert. En même temps il cède à l'eau des ions sulfuriques et cuivriques dans un rapport qui correspond au sulfate cuivrique.

---

(1) Séance du 12 novembre 1935.

(2) N. Vanioukof, *J. Soc. Phys. Chim. russe*, **41**, 1909, p. 688.

(3) C. Roucher, *Rép. Chim. pure*, **2**, 1860, p. 250; *J. Pharm. Chim.*, **37**, 1860, p. 249.

Si le sel est traité par l'eau froide (20°), le produit bleu-vert résultant de sa transformation correspond à la formule $SO^3.4CuO.4H^2O$.

La transformation est accompagnée d'une modification du spectre de diffraction de rayons X. Celui-ci passe du spectre caractéristique du composé $SO^3.2CuO$ à celui du sulfate basique $SO^3.4CuO.4H^2O$.

La transformation peut donc s'écrire

$$3(SO^3.2CuO) + 4H^2O \rightarrow SO^3.4CuO.4H^2O + 2SO^4Cu.$$

Si l'on traite le sulfate basique $SO^3.2CuO$ par l'eau bouillante, ce n'est plus le sulfate basique $SO^3.4CuO.4H^2O$ qu'on obtient, mais bien le sulfate basique $SO^3.3CuO.2H^2O$.

La transformation peut alors s'écrire

$$2(SO^3.2CuO) + 2H^2O \rightarrow SO^3.3CuO.2H^2O + SO^4Cu,$$

ainsi que le prouvent d'une part, l'analyse du produit obtenu, d'autre part, l'étude du spectre de diffraction de rayons X qui évolue du spectre caractéristique du composé $SO^3.2CuO$ à celui du sulfate basique $SO^3.3CuO.2H^2O$.

Ces transformations sont en accord avec le domaine d'existence de ces sels que j'ai établie précédemment [1].

CHIMIE MINÉRALE. — *Action comparée sur le thiosulfate de sodium de composés oxygénés du chlore et de composés oxygénés correspondants de l'iode.* Note de M. **Émile Carrière** et de Mlle **Lucy Faysse**, présentée par M. Robert Lespieau.

Il est indiqué dans certains Traités de Chimie que l'oxygène est plus faiblement attaché dans les composés oxygénés du chlore que dans les composés oxygénés correspondants de l'iode, et qu'en conséquence ce sont les composés oxygénés du chlore qui sont le plus oxydants. Il y a cependant des faits qui ne s'accordent pas avec cette conception, lorsque ces composés oxygénés se trouvent en solution diluée.

Mentionnons que l'hypoiodite de sodium est beaucoup plus instable que l'hypochlorite de sodium; il se transforme en quelques minutes, à la température ordinaire, en iodure et en iodate de sodium.

L'acide chlorique réagit à chaud sur l'acide chlorhydrique en ne donnant

---

[1] O. Binder, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 653 et 2167; 201, 1935, p. 893.

pas exclusivement du chlore, mais aussi des composés oxygénés du chlore et de l'oxygène, comme nous l'avons reconnu ([1]) en accord avec d'autres auteurs. L'acide chlorique ne libère l'iode de l'acide iodhydrique en quantité correspondante qu'à chaud, alors que le dosage de l'acide iodique par l'acide iodhydrique s'effectue à froid.

Le thiosulfate de sodium présentant divers degrés d'oxydation, notamment en tétrathionate et en sulfate de sodium, nous avons utilisé ce corps pour la comparaison des propriétés oxydantes des acides chlorique et iodique.

Nous avons fait réagir ces deux acides sur le thiosulfate de sodium, en réalisant les mêmes conditions de température, de durée, de concentration et d'acidité.

Les résultats quantitatifs de l'oxydation du thiosulfate de sodium ont été établis selon la méthode précédemment employée par Carrière et Juillard pour l'étude de l'action de l'acide iodique sur le thiosulfate de sodium ([2]). L'acide chlorique n'oxyde pas sensiblement le thiosulfate de sodium, durant 3 minutes, à la température ordinaire, en solution diluée et très faiblement acide.

La réduction de l'acide iodique par le thiosulfate de sodium s'effectue au contraire régulièrement dans ces conditions, en donnant presque exclusivement du tétrathionate de sodium.

Nous avons aussi comparé l'action oxydante de l'hypochlorite et de l'hypoiodite de sodium sur le thiosulfate de sodium en effectuant les essais dans des conditions analogues. Afin d'éviter le plus possible la destruction rapide de l'hypoiodite, ce corps est engendré en présence de thiosulfate de sodium par action de l'iode sur la soude. L'hypoiodite de sodium, malgré sa décomposition vive est utilisé dans la proportion de 90 pour 100 à la transformation du thiosulfate de sodium en sulfate de sodium. On constate que 80 pour 100 de l'hypochlorite de sodium oxydent le thiosulfate en sulfate de sodium, et que 20 pour 100 provoquent la transformation en tétrathionate de sodium.

Dans les mêmes conditions l'hypoiodite de sodium est plus oxydant que l'hypochlorite de sodium, de même que l'acide iodique est plus oxydant que l'acide chlorique.

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 2, 1935, p. 457.
([2]) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 1133.

MYCOLOGIE. — *Essais de culture des champignons de mycorhizes.* Note de M. **Joseph Magrou**, présentée par M. Julien Costantin.

La culture des champignons de mycorhizes a été réalisée, pour la première fois, par Noël Bernard, dans le cas des endophytes des Orchidées, qui sont d'un type très particulier ([1]). Pour ce qui est des endophytes à arbuscules et à vésicules, beaucoup plus répandus, les tentatives d'extraction sont, jusqu'ici, demeurées vaines. Si l'on sème en goutte pendante des coupes de racines infestées, on peut voir des filaments se développer à partir des impuretés superficielles, mais le mycélium interne ne subit aucun changement. Seul Noël Bernard a vu une vésicule extraite d'une mycorhize de *Solanum Dulcamara* et semée dans une goutte de bouillon de pomme de terre germer en un tube mycélien, dont la croissance n'a pas tardé à s'arrêter ([2]).

Pensant que les endophytes doivent nécessairement avoir un stade, si court soit-il, de végétation libre dans le sol, nous avons employé, comme milieu de culture, l'eau de lavage de la terre où croissent les plantes dont nous nous proposions d'extraire les champignons. Cette terre, suivant une technique indiquée par M. Molliard pour la culture aseptique de *Calluna vulgaris* ([3]), est mise en contact pendant trois jours avec son poids d'eau distillée; l'eau est ensuite filtrée sur papier, puis stérilisée une demi-heure à 115°. Les essais ont porté sur l'*Arum maculatum*, plante à mycorhizes dont l'endophyte présente des troncs mycéliens intercellulaires, souvent renflés en vésicules, et des arbuscules intracellulaires. Comme c'est la règle chez les endophytes à arbuscules, le mycélium n'est pas cloisonné.

Des coupes longitudinales, pratiquées dans des racines infestées d'*Arum* lavées à grande eau mais non stérilisées, ont été semées, en cellules de Van Tieghem, dans des gouttes de décoction de terre prélevée au pied de la plante, additionnée ou non de 1 pour 1000 d'amidon. Dans la plupart de ces cultures, des champignons à mycélium cloisonné naissent de divers points de la surface de la racine et se développent souvent abondamment; l'invasion des cultures par les bactéries est également fréquente. Mais, dans un assez grand nombre de coupes, on voit aussi apparaître des filaments non cloisonnés, en continuité manifeste avec les hyphes intercellulaires de

([1]) *Rev. gén. Bot.*, 16, 1904, p. 405.
([2]) Noël Bernard, *Ann. Sc. nat. Bot.*, 9e série 14, 1911, p. 235.
([3]) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 900.

l'endophyte; ces filaments, dont on peut suivre la croissance par des mensurations quotidiennes, quittent le plan de la coupe où ils ont pris naissance et se développent dans le milieu nutritif, où ils peuvent atteindre une longueur de 3^{mm}. Après quoi, leur croissance cesse et ils finissent par dégénérer.

Parmi ces filaments non cloisonnés issus des hyphes de l'endophyte, les uns sont relativement grêles (3^{μ} de diamètre environ), assez régulièrement calibrés, et donnent des rameaux secondaires peu nombreux mais très longs; d'autres sont plus épais (5 à 10^{μ}), irrégulièrement calibrés, et produisent des ramifications nombreuses et enchevêtrées; d'autres enfin, volumineux aussi mais non ramifiés, ont un aspect noueux. Ces différents caractères se retrouvent d'ailleurs dans le mycélium interne. Deux fois, nous avons vu des filaments ramifiés non cloisonnés se développer aux dépens de portions extérieures à la racine d'hyphes enkystées, en continuité avec l'endophyte, dont elles représentent des formes de pénétration.

Il n'a pas été possible jusqu'ici de réussir la transplantation de ces cultures en goutte pendante. Les tubes de gélose nutritive où on les transporte sont, en effet, rapidement envahis par les champignons étrangers et les bactéries. Toutefois, dans une coupe transportée, après un début de développement, dans de la décoction de terre gélosée renfermée dans une grande cellule de Van Tieghem, la croissance de l'endophyte, observable au microscope, s'est poursuivie quelque temps, et l'un des filaments a atteint $5^{mm},6$ de long.

En aucun cas, les filaments issus de l'endophyte n'ont produit d'appareils de fructification. Les résultats obtenus ne fournissent donc pas d'indications sur la nature et les affinités des champignons de mycorhizes.

En résumé, les hyphes intercellulaires des mycorhizes de l'*Arum maculatum*, semées dans l'eau de lavage de la terre prélevée autour des racines de cette plante, sont capables de croître et de se développer quelque temps dans le milieu extérieur. Mais leur croissance reste très limitée, soit que la culture des germes étrangers lui fasse obstacle, soit que le milieu nutritif employé manque de quelque élément indispensable, soit enfin que la vie libre ne représente, dans le cycle évolutif de l'endophyte, qu'un stade essentiellement transitoire, et que le développement, ébauché dans le milieu extérieur, ne puisse se poursuivre qu'au sein des racines de l'hôte.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la signification de certaines espèces polymorphes chez les Graminées.* Note de M. **Antoine de Cugnac**, transmise par M. Julien Costantin.

Il existe assez souvent, entre certaines espèces de Graminées, des séries d'intermédiaires, que l'on décrit comme variétés, et qui relient parfois d'une façon presque continue les types spécifiques les uns aux autres. Leur signification systématique est cependant assez particulière, car ces variantes ne se séparent pas écologiquement ou géographiquement de l'espèce principale, comme c'est la règle habituelle, mais présentent au contraire la même distribution, et l'accompagnent de leur cortège polymorphe dans ses diverses stations.

On peut voir un exemple de ces intermédiaires dans le groupe des Bromes, voisins de *Bromus sterilis* L. et de *B. madritensis* L., qui forment la série : *B. rigidus* Roth., *B. Gussonei* Parl., *B. macrantherus* Hack. ([1]). (On les réunit parfois, à tort, sous les noms de *B. maximus* Desf., ou *B. villosus* Forsk., termes qui sont à rejeter l'un et l'autre dans la synonymie.)

Les caractères distinctifs les plus constants de ces trois espèces sont les suivants :

B. rigidus Roth : panicule dressée, subspiciforme, à pédicelles simples, très courts (max. 1^{cm}); étamines 2 (très rarement 3, sur 1 ou 2 fleurs seulement), à anthères très courtes, moins de 1^{mm}; fleurs cléistogames; sommet du chaume densément pubescent.

B. Gussonei Parl. : panicule étalée, dressée ou penchée sub-unilatérale, à pédicelles simples ou ramifiés, longs de 1 à 5 ou 6^{cm}; étamines 2 ou 3, à anthères longues ou courtes (de 1 à 3 ou 4^{mm}); fleurs cléistogames, ou hémi-chasmogames, ou chasmogames; sommet du chaume pubescent ou parfois glabre.

B. macrantherus Hack. : forme surtout définie par les caractères staminaux : étamines toujours 3, à anthères très longues (de 4 à 7^{mm}); fleurs chasmogames; sommet du chaume pubescent (le type paraît correspondre à celui que j'ai décrit, sans considération des étamines, sous le nom de *B. rigidus* var. *gracilis*; mais la définition donnée alors s'applique aussi à la forme micranthère qui existe de cette variété).

B. rigidus et *B. macrantherus* sont donc fort différents, et *B. Gussonei* présente entre eux une série de termes de transition; il en offre même avec

([1]) *Bull. Soc. Bot.*, **78**, 1931, p. 327; **80**, 1933, p. 561; **81**, 1934, p. 318; *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 167.

B. sterilis (triandre, anthères de 1 à 2^{mm}, chasmogame, sommet du chaume glabre), et *B. madritensis* (diandre, anth. de 1 à 2^{mm}, chasmogame, sommet du chaume très finement pubescent).

Cependant on ne saurait subdiviser *B. Gussonei* sans risquer de le pulvériser en une infinité de variétés ou formes, correspondant à presque toutes les combinaisons possibles de ses caractères, et qui se rencontrent toujours ensemble dans les diverses stations de la plante. Ces variations paraissent donc indépendantes des conditions externes, et se présentent comme faisant partie de la constitution même de l'espèce.

On ne manquera pas de noter l'analogie d'un tel ensemble de combinaisons multiples avec celles qui pourraient résulter de la disjonction d'un hétérozygote provenant de l'union d'un type triandre macranthère avec un type diandre micranthère, par exemple.

Or on connaît chez les Graminées un assez grand nombre d'hybrides naturels, dont la formation s'explique aisément par les particularités du développement de l'appareil staminal au cours de l'anthèse [1] et la fécondation anémophile de ces plantes. D'autre part, l'exemple de *Spartina Townsendi* Groves, dont l'origine hybride paraît maintenant bien établie, montre que de tels croisements peuvent n'être pas toujours accompagnés d'une perte de la fertilité.

Il convient donc de rechercher, lorsqu'on se trouve en présence d'une espèce polymorphe comme *B. Gussonei*, quels sont les éléments de sa constitution génotypique; et il ne saurait suffire pour cela de l'examen de quelques échantillons. On doit, autant que possible, si on lui suppose une origine hybride, s'efforcer de la reproduire synthétiquement par le croisement artificiel des parents présumés.

C'est dans le but d'essayer de contrôler cette hypothèse que j'ai entrepris de réaliser une série de croisements entre espèces du genre *Bromus* et même *Festuca*, en évitant rigoureusement toute pollinisation accidentelle. Parmi les nombreuses combinaisons effectuées, onze ont donné, soit des grains parfaitement conformés, soit au moins un développement presque complet du caryopse, attestant que la fécondation a eu lieu : *Bromus sterilis* × *B. madritensis*, et la réciproque, *B. sterilis* × *B. macrantherus*, *B. madritensis* × *B. macrantherus*, *B. rigidus* × *B. inermis*, *B. sterilis* × *B. inermis*, *B. sterilis* × *B. erectus*, *B. arvensis* × *B. inermis*, *B. sterilis* × *Festuca pratensis*, *Festuca gigantea* × *B. asper*, *F. gigantea* × *F. pratensis*.

(1) A. de Cugnac et F. Obaton, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 87.

Sans vouloir préjuger des conclusions de l'étude morphologique et cytologique des plantes qui se développeront à partir de ces grains, on peut noter dès maintenant que les résultats positifs de ces expériences paraissent faire ressortir chez les Graminées étudiées l'existence d'une aptitude toute particulière à recevoir les fécondations allogènes.

Dans ces conditions, il est permis de penser que les hybrides naturels doivent être assez fréquents chez ces plantes, et il paraît nécessaire d'en tenir compte dans l'interprétation des échantillons récoltés dans la nature.

CYTOLOGIE. — *Sur les rapports entre la vitamine* A *et les plastes.* Note de M. **Ph. Joyet-Lavergne**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

Nous avons continué nos recherches sur la localisation cytologique de la vitamine A en examinant de nouveaux types cellulaires du règne animal et du règne végétal. Des résultats obtenus dans ces recherches dont le détail sera étudié ailleurs se dégagent deux conclusions générales : 1° la qualité du nucléole d'avoir dans sa constitution de la vitamine A semble bien avoir un caractère général. Le noyau peut d'ailleurs, dans certains cas, contenir de la vitamine A, même quand son nucléole est mal délimité. Nous pensons que cette vitamine est d'origine nucléolaire; 2° la vitamine A existe dans le chondriome de tous les nouveaux types cellulaires étudiés. Par cette deuxième conclusion se trouve confirmée la généralité de la proposition formulée précédemment : « la vitamine A est un constituant essentiel du chondriome (1) ».

Les plastes des cellules végétales sont généralement considérés comme représentant une variété de chondriome. Il est intéressant de savoir dans quelle mesure le caractère très général du chondriome indiqué ci-dessus, relativement à la vitamine A, se retrouve dans ces constituants cellulaires.

En étudiant la réaction au trichlorure d'antimoine sur les plastes, aux diverses étapes de leur évolution, dans les feuilles d'*Elodea canadensis*, depuis les cellules des très jeunes ébauches foliaires jusqu'aux cellules des feuilles adultes, on peut faire les constatations suivantes. Dans les très jeunes ébauches foliaires, les chondriocontes et les mitochondries présentent une coloration bleue et la réaction au trichlorure met en évidence des images du chondriome dans lesquelles on ne distingue aucune différence

(1) Ph. Joyet-Lavergne, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1339.

entre les futurs plastes et le chondriome proprement dit. Il en est de même aux stades un peu plus évolués où, cependant, les chondriocontes présentent des irrégularités et portent de légers renflements qui seront les futurs plastes.

Plus tard, quand la différenciation du plaste commence à s'affirmer, une hétérogénéité apparaît dans les effets du trichlorure. La réaction de la vitamine A se trouve alors localisée à une partie corticale et à quelques granules, le reste de la vésicule qui forme le plaste restant incolore. Le plaste continuant son évolution la partie non colorée par le réactif prend une taille de plus en plus grande, la zone corticale et les granules persistent mais leur masse relative par rapport à celle du plaste se trouve plus faible.

Dans les chloroplastes de grande taille on retrouve la zone corticale sous la forme d'une baguette bordante. Cette baguette existe également dans les figures de division des chloroplastes. Assez fréquemment, dans un chloroplaste, la réaction au trichlorure fait apparaître, à côté de la baguette bordante, des granules et quelques courtes baguettes qui se détachent en bleu sur la masse du plaste. Exceptionnellement, dans certains chloroplastes de grande taille, le plus souvent de forme sphérique, on ne distingue pas la zone corticale en baguette ni les autres éléments qui se colorent en bleu.

En reprenant l'étude des plastes aux divers stades de leur évolution et sur des feuilles semblables à celles utilisées dans les recherches que nous venons de décrire, on peut, par les méthodes que nous avons préconisées ([1]), faire apparaître des images du chondriome semblables à celles que donne le réactif de la vitamine A. Le plaste, au cours de son évolution, conserve, dans une partie au moins de sa masse, la constitution proprement mitochondriale qu'il tient de son origine. L'importance relative de cette partie mitochondriale diminue au cours de l'évolution du plaste; exceptionnellement, dans certains chloroplastes de grande taille, elle n'est plus décelable.

La vitamine A existe donc dans les plastes et elle se trouve toujours strictement localisée à la partie proprement mitochondriale de ces plastes. Des recherches en cours montrent que ce caractère ne s'applique pas seulement à l'espèce *Elodea canadensis* mais semble avoir une portée générale; en particulier nous l'avons retrouvé dans les plastes de *Iris germanica*.

En résumé, la conclusion générale que nous avons formulée : « la vitamine A est un constituant essentiel du chondriome » est vérifiée pour les

---

([1]) *La Cellule*, 63, 1934, p. 45.

plastes au cours de leur évolution et un nouvel aspect de la parenté chimique qui existe entre les plastes et les chondriosomes se trouve ainsi mis en évidence.

PHYSIOLOGIE. — *Le métabolisme azoté dans l'inanition protéique.* Note de Mlle **Gilberte Mourot**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

L'excrétion azotée déterminée par un régime sans azote imposé sans interruption jusqu'à ce que la mort s'ensuive, dénonce, par ses variations de grandeur et d'intensité, l'existence de trois phases dans le jeûne protéique : une phase de transition qui succède à l'alimentation mixte; une phase d'état et une phase prémortelle, qui constituent réellement le jeûne azoté. L'intensité de la perte azotée urinaire (N urinaire par kg/24 h) décroît rapidement au cours de la première période, reste constante durant la seconde et, dans la dernière, augmente sans cesse jusqu'à la mort.

De l'existence de ces trois phases, on doit induire celle d'une évolution du fonctionnement de l'organisme, de sa manière de satisfaire son besoin azoté devant la persistance de la carence protéique. Pour obtenir d'utiles données sur les trois régimes qui se partagent le jeûne protéique, il était naturel de chercher à connaître, à tout moment, la composition exacte de la perte azotée urinaire, car de la nature des substances comburées comme de celles des combustions dépendent la qualité et la quantité des constituants de l'urine, dont la répartition révèle ainsi quelque chose des opérations métaboliques intimes.

Nous avons poursuivi cette étude sur le Rat. D'un bout à l'autre de l'inanition protéique, nous avons déterminé la grandeur de l'azote urinaire et l'importance de ses différentes formes, soit de : N ammoniacal, aminé, uréique; N de la créatinine et de la créatine; N de l'allantoïne, N des corps puriques (acide urique et bases puriques).

Nos résultats ont été les suivants :

L'excrétion de la créatinine et aussi, quoique bien moins nettement, celle des corps puriques proprement dits, manifeste, à l'égard de la grandeur de la perte azotée, une remarquable indépendance, diminuant légèrement et parallèlement au poids de l'animal.

Au contraire, toutes les autres formes d'azote urinaire calquent leur courbe d'excrétion sur celle de N total mais, à l'exception de l'azote uréique, elle participent au rejet total en raison inverse de sa grandeur.

Dans la période d'état, alors que la grandeur de la perte azotée est le plus

faible, le taux de N urée s'effondre, tombe à 20 pour 100; en même temps, la somme des valeurs trouvées expérimentalement pour les différentes formes d'azote étudiées est loin d'égaler N total. Il existe donc au moins une forme d'azote indéterminée; son importance peut atteindre 30 à 35 pour 100 de N total.

Au cours du jeûne protéique, les taux de N urique et de N indéterminé varient en sens inverse l'un de l'autre; il semble exister entre eux un réel balancement.

On arrive à des conclusions plus précises en cherchant à relier le taux de chaque constituant urinaire non plus à l'excrétion azotée totale mais à son intensité i (N par kg/24 heures). Donnons quelques exemples :

Le taux de la créatinine est, de façon très sensible, inversement proportionnel à i. Cela, d'ailleurs, traduit simplement la proportionnalité existant entre la créatininurie et le poids de l'animal.

Le taux de la créatine croît et décroît avec i; pour les basses valeurs de i, il est nul; par ce fait, la créatine confirme son caractère de déchet essentiellement contingent.

Le taux global de N aminé et N ammoniacal, ces deux formes d'azote étant réunies pour un seul examen à cause de l'origine rénale probable de la dernière, s'élève quand i diminue et réciproquement.

L'importance du rejet uréique, très faible pour les valeurs minimum de i, croît avec cette grandeur, rapidement d'abord, puis lentement et enfin reste constante et égale à environ 80 pour 100 de N total après que la dépense azotée par kg/24 h a atteint 400^{mg} de N; en corollaire, le taux de N indéterminé qui était maximum alors que celui de N urée était minimum devient insignifiant.

En résumé, nous trouvons que d'un bout à l'autre de l'inanition protéique, l'intensité de la dépense commande seule et avec précision le taux de tous les constituants urinaires. Elle fixe donc la répartition de la perte azotée.

Il en résulte que pour chaque phase du jeûne protéique la répartition urinaire est différente et dépend de l'intensité de la dépense azotée. A cause de cela, l'étude de la répartition de l'azote urinaire, telle que nous l'avons faite, ne peut renseigner sur la nature des substances comburées aux différentes époques du jeûne.

Dire que le taux de chaque constituant urinaire est fonction de l'intensité de la dégradation azotée, c'est dire que le degré des oxydations est fonction de leur intensité.

Puisque ce taux est fixé par la seule intensité de la dépense azotée, il faut conclure que le pouvoir oxydant de l'organisme reste constant tout au long du jeûne protéique et qu'en particulier, il ne subit nulle diminution capable d'expliquer l'échéance de la mort.

Enfin, pour une même intensité, la répartition urinaire est identique qu'il s'agisse de la période de transition ou de la période d'alimentation mixte antérieure au jeûne protéique, du jeûne total ou du jeûne protéique. Quel que soit le régime de nutrition, l'intensité des oxydations est donc la variable indépendante : exprimé par les coefficients d'oxydation protidique et purique, le degré des oxydations croît avec leur intensité, rapidement d'abord, puis de moins en moins vite et au delà de 400^{mg} par kg/24 h, reste constant.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'état physicochimique de l'acétylcholine dans le sang.* Note (1) de MM. **David Broun** et **Hermann Scheiner**, présentée par M. Auguste Béhal.

Le mécanisme de la formation ou de la libération d'acétylcholine au niveau des organes innervés par le parasympathique et des synapses ganglionnaires est actuellement à l'étude. Il semble établi que l'acétylcholine ou une substance dépressive du même type (principe vagal) est libérée ou formée au moment de l'excitation du vague et est responsable des effets de cette excitation; mais ce principe vagal est rapidement hydrolysé par une estérase qui se trouve aussi bien dans le sang que dans les tissus de différents animaux.

Nous rapportons dans cette Note quelques faits expérimentaux ayant trait à ce problème et qui permettront peut-être d'expliquer cette libération fonctionnelle d'acétylcholine par les nerfs cholinergiques, en invoquant un mécanisme analogue à celui envisagé par nous pour la libération fonctionnelle d'adrénaline par les nerfs adrénergiques (2).

Lorsqu'on met en contact à la glacière pendant un temps suffisant, du sérum de bovidés avec de l'acétylcholine, on peut se rendre compte par l'ultrafiltration que l'alcaloïde non détruit par l'estérase n'est plus à l'état de liberté : l'ultrafiltrat ne présente aucune activité ni sur la pression sanguine du chien ni sur le cœur isolé de grenouille.

---

(1) Séance du 18 novembre 1935.

(2) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 794.

De plus le même sérum, dilué au cinquantième avec la solution de Ringer, ne produit pas d'action parasympathomimétique sur le cœur de grenouille, mais une augmentation nette de l'amplitude comme le fait le sérum normal sans acétylcholine. Par contre lorsqu'on alcalinise très légèrement ce sérum dilué contenant l'acétylcholine avec deux gouttes par centimètre cube d'une solution de soude N/50, on observe l'action dépressive caractéristique de l'acétylcholine que l'atropine fait disparaître. D'autre part lorsqu'on alcalinise préalablement le cœur de grenouille en ajoutant au Ringer quelques gouttes de soude diluée, on observe une augmentation d'amplitude comme le fait le sérum normal légèrement alcalinisé; puis, si l'on remplace alors le Ringer alcalin par le sérum qui a été en contact avec l'acétylcholine puis dilué, il se produit une dépression progressive qui, à son tour, peut faire place à une augmentation d'amplitude si l'on ajoute un nombre égal de gouttes d'acide dilué, de manière à neutraliser exactement l'excès d'alcali.

Il ressort de ces expériences qu'après un certain temps l'acétylcholine dissoute dans le sérum n'est plus décelable par ses réactions physiologiques habituelles. L'acétylcholine n'a cependant pas été entièrement détruite, mais une petite partie reste fixée à des constituants non ultrafiltrables du sérum, ainsi que nous l'avons observé dans le cas du mélange sérum et principe hypertenseur de la surrénale; mais, tandis que pour ce dernier mélange, une acidification légère libère le principe hypertenseur, dans le cas du mélange sérum et acétylcholine, c'est l'alcalinisation (1) qui effectue la libération de l'alcaloïde dissimulé (2). On peut rapprocher ces faits de ceux signalés par Kraus et Zondek (3) concernant la libération dans le cœur de Grenouille d'ions H par les ions Ca et d'ions OH par les ions K, et rappeler le rôle joué, d'après divers auteurs, par les ions H et OH dans la fonction du sympathique et du parasympathique.

Les faits que nous venons d'exposer nous font supposer, sans préjuger

---

(1) Un excès de soude diluée conduirait à une hydrolyse de l'acétylcholine avec perte de toute activité.

(2) Kahane (Comptes rendus de *Journées médico-pharmaceutiques de Lille*, 1934, p. 155; *Congrès international de Physiologie*, Léningrad, 1935, p. 185) a déjà émis l'hypothèse que l'acétylcholine pouvait se trouver dissimulée dans le sang. De même Galehr et Plattner ont émis l'hypothèse d'une adsorption progressive d'acétylcholine, hypothèse qu'ils ont abandonnée ensuite (*Pflug. Arch.*, **218**, 1927, p. 50; **219**, 1928, p. 181; **222**, 1929, p. 395).

(3) *Klin. Woch.*, **1**, 1922, p. 996.

du lieu où s'accomplit la formation d'acétylcholine, que cet alcaloïde peut exister dans les tissus ou dans le sang sous forme de complexe physiologiquement inactif et que le rôle de l'influx nerveux serait de libérer l'acétylcholine de ce complexe en quantité proportionnelle à l'intensité de cet influx.

PHYSIOLOGIE. — *Étude graphique du travail de l'accouchement.* Note [1] de MM. **E. Lévy-Solal** et **M. Sureau**, présentée par M. Antonin Gosset.

La valeur contractile de l'utérus, génératrice du travail de l'accouchement, ne peut être analysée avec précision que par des méthodes graphiques. Les méthodes employées jusqu'ici sont à notre connaissance, de deux types principaux :

1° inscription d'un diagramme indiquant les variations de pression subies par un ballon introduit dans le vagin ou dans l'utérus; en dehors des risques d'infection, la contraction utérine est modifiée artificiellement;

2° inscription d'un diagramme indiquant les variations de pression abdominale transmises par une capsule à membrane avec bouton explorateur ou par une petite plaque métallique; mais l'exploration ne peut alors porter que sur une zone très limitée de l'utérus.

En outre, ces techniques présentent des inconvénients communs liés au mode d'enregistrement; il y a confusion par superposition de phénomènes de fréquence différente : contraction utérine, mouvements respiratoires, etc.

Pour analyser le travail contractile de l'utérus, nous nous sommes appuyés sur les principes suivants :

1° étendre au maximum la surface d'exploration;

2° dissocier le phénomène principal des phénomènes accessoires par le déroulement rapide d'une bande d'inscription, la contraction utérine étant d'allure lente, alors que les autres mouvements sont tous d'allure rapide;

3° inscrire les phénomènes sur une bande de longueur pratiquement illimitée (film complet du travail).

A cet effet, un appareil, que nous nous proposons d'appeler *tocétographe*, a été construit. Il se compose essentiellement d'une large poche pneumatique, d'une capsule oscillographique, d'un polygraphe. La poche

---

(1) Séance du 18 novembre 1935.

pneumatique maintenue par une sangle inextensible est insufflée sous une pression déterminée. Cette poche est reliée à la capsule oscillographique qui, munie d'une plume, inscrit les déplacements. La bande d'inscription est entraînée par un mouvement d'horlogerie à une vitesse réglable. Un chronographe inscrit le temps en secondes.

Nous avons obtenu des résultats graphiques se rapportant : 1° à la contraction utérine; 2° aux phénomènes surajoutés; 3° aux intervalles séparant les contractions utérines.

1. *Courbe de la contraction utérine.* — Le graphique de la contraction utérine apparaît dans sa plus grande netteté, toutes les fois que les phénomènes surajoutés, en dehors de la respiration, sont peu marqués ou abolis (*fig.* 1 et 2). A cet égard nous avons eu l'occasion d'enregistrer un cas typique chez une femme dans le coma. La résolution musculaire et l'insen-

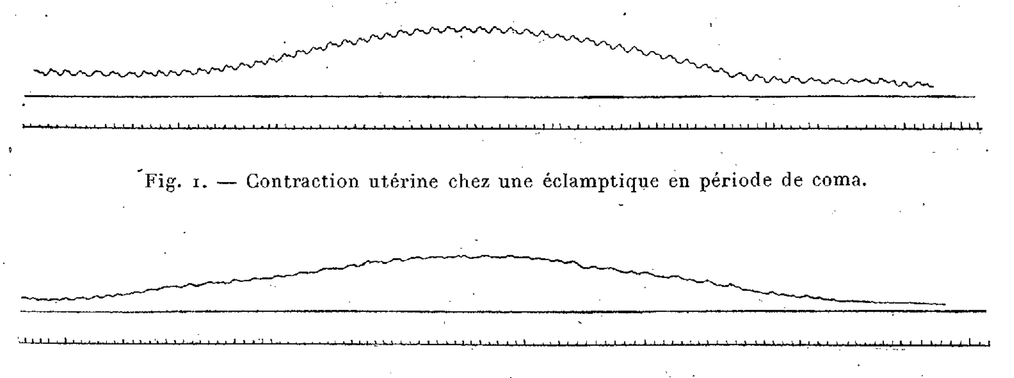


Fig. 1. — Contraction utérine chez une éclamptique en période de coma.

Fig. 2. — Contraction utérine de la période de délivrance.

sibilité complètes ne laissaient subsister que l'inscription de deux phénomènes : la contraction utérine, les mouvements abdominaux en rapport avec une respiration régulière.

Sur le graphique apparaissent deux ordres d'ondulations : les unes à grand rayon de courbure, séparées par de longs intervalles correspondant aux contractions utérines; les autres à petit rayon de courbure, rapprochées et continues, greffées sur les premières, correspondant aux mouvements respiratoires.

La courbe de contraction utérine présente : une flèche maxima et une corde. La hauteur de la flèche marque la valeur de la puissance maxima de la contraction; la corde, sa durée. Le travail peut être représenté par la surface limitée entre l'arc et la corde. La ligne ondulante qui existe au-

dessus de cette surface représente les mouvements d'un rythme respiratoire régulier.

2. *Courbes complexes dues aux phénomènes surajoutés.* — La courbe de contraction utérine apparaît surmontée par des clochers et de petites ondulations irrégulières, correspondant au rythme respiratoire modifié par



Fig. 3. — Type habituel de contraction utérine.

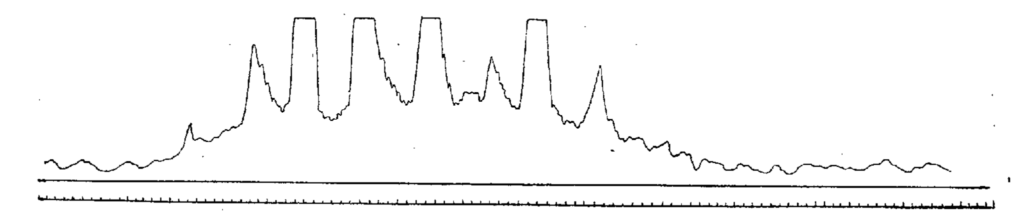


Fig. 4. — Période d'expulsion.

l'agitation et la douleur. Elle présente un aspect particulier au cours de la période d'expulsion (effort) (*fig.* 3 et 4).

3. *Intervalles séparant les contractions.* — L'état de l'utérus s'inscrit suivant une ligne de direction horizontale, plus ou moins sinueuse suivant l'agitation des malades. Le niveau du tracé varie suivant la tonicité du muscle utérin.

Cette méthode nous a permis d'étudier la physiologie et la pathologie du travail; l'action des anesthésiques et des ocytociques.

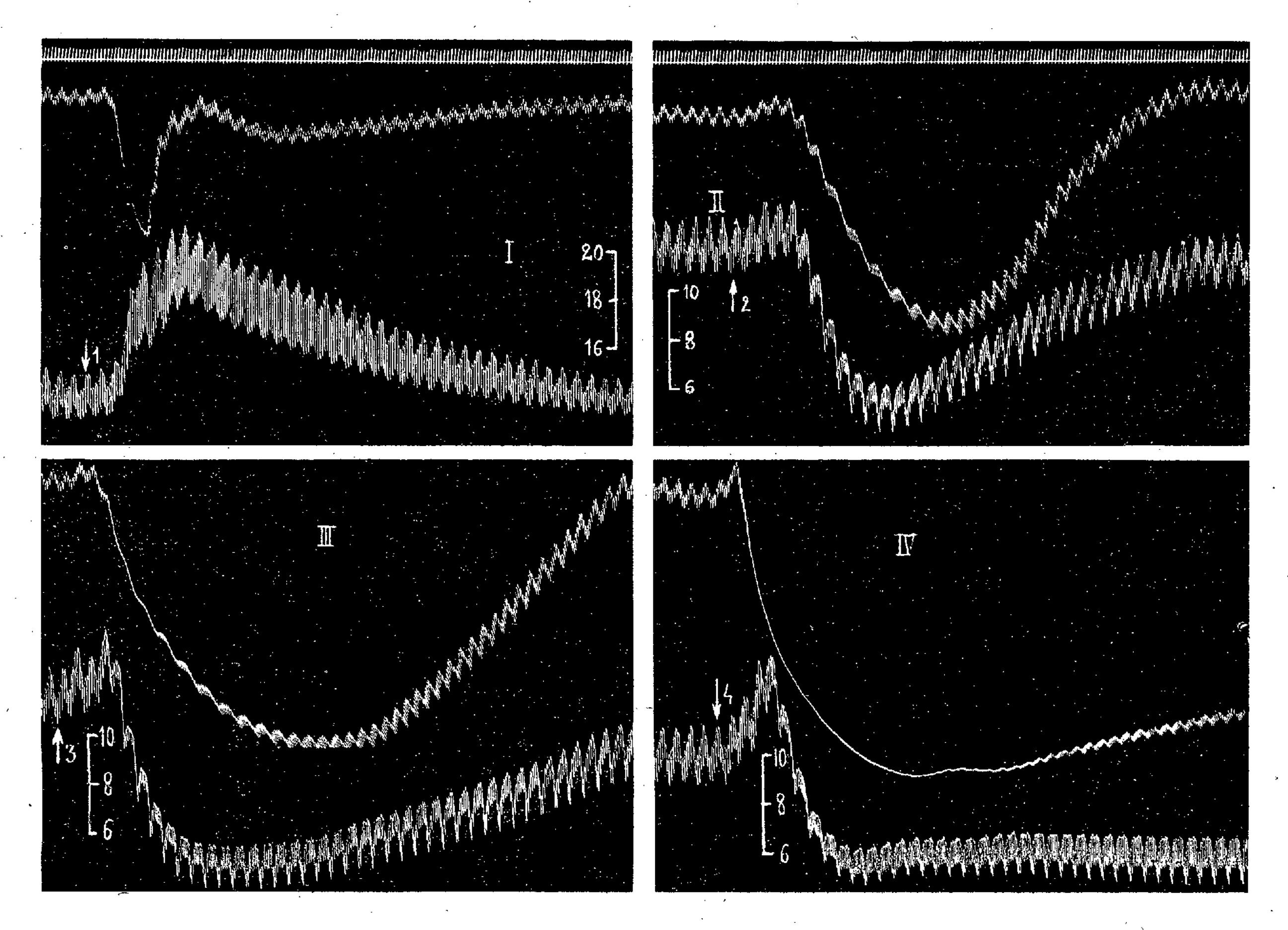
PHARMACODYNAMIE. — *Sur un nouveau sympathicolytique vrai : la Rauvolfine de Koepfli.* Note [1] de M. **Raymond Hamet**, présentée par M. Charles Richet.

A la liste fort brève des alcaloïdes véritablement sympathicolytiques, nous venons de découvrir qu'il convient d'ajouter la Rauvolfine, que

---

[1] Séance du 18 novembre 1935.

Koepfli a extraite récemment d'une Apocynacée de l'Afrique du Sud, le *Tabernæmontana ventricosa* Hochst.



Expérience du 23 octobre 1935. — Chien ratier à poils ras de 5^{kg} anesthésié par le chloralose (14^{cg} par kg.), bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle. 1re ligne : temps en secondes. 2e et 4e lignes : variations du volume du rein enregistrées par l'oncographe d'Hallion et Comte par nous modifié. 3e et 5e lignes : modifications de la pression carotidienne enregistrées au moyen du manomètre à mercure. Aux points marqués par les flèches, on a injecté dans la saphène, en 1 et en 2, $0^{mg},0025$, en 3, $0^{mg},01$, en 4, $0^{mg},06$ d'adrénaline dissous dans le soluté physiologique de chlorure de sodium. — Entre I et II, l'animal a reçu, dans ce même vaisseau et en plusieurs injections, 100^{mg} de Rauwolfine dissous dans 25^{cm^3} d'eau distillée additionnée d'une quantité d'acide chlorhydrique suffisante pour rendre la solution légèrement acide au papier de tournesol. Tracé réduit de 1/3.

Chez l'animal dont nos tracés expriment les réactions, une injection de $0^{mg},0025$ d'adrénaline avait élevé de 147 à 209^{mm} de Hg la pression carotidienne qui, après avoir atteint ce niveau maximal, était revenue

peu à peu à son niveau initial. Pendant une première phase de cette hausse de pression, on avait constaté une brusque et forte diminution du volume du rein, s'accompagnant d'écrasement presque total du pouls rénal; pendant une seconde phase, le volume du rein, augmentant rapidement, était bientôt devenu à peu près égal à ce qu'il était initialement, cependant que le pouls rénal se rétablissait progressivement. Mais, quand la pression artérielle eut commencé à redescendre, le volume du rein avait diminué, jusqu'à ce qu'il fût devenu très notablement inférieur à ce qu'il était avant l'injection. Enfin, pendant que la pression artérielle continuait sa descente progressive, le volume du rein avait augmenté peu à peu et s'était retrouvé, quand cette pression avait atteint son niveau initial, tel qu'il était au début de l'expérience.

Après qu'on eut soumis l'animal à l'action de 20^{mg} de Rauvolfine par kilogramme, on constata qu'après injection de la même dose d'adrénaline qu'auparavant, la pression carotidienne, après s'être élevée passagèrement de 128^{mm} à 137^{mm} de Hg, s'abaissait rapidement à 63^{mm}, puis remontait peu à peu à son niveau initial. Quant au rein, à la suite de cette injection, il ne montra plus d'écrasement du pouls et son volume, après avoir diminué parallèlement à la baisse de la pression carotidienne, augmenta plus rapidement que celle-ci, de telle sorte qu'on le vit dépasser ce qu'il était avant l'injection alors que la pression artérielle n'était pas encore revenue à son niveau initial ce qu'on peut interpréter comme la manifestation d'une action vasodilatatrice rénale de l'adrénaline.

Injectant ensuite une dose d'adrénaline quatre fois plus forte, soit $0^{mg},01$ de cette amine, on constata que la pression carotidienne, après s'être élevée momentanément de 127^{mm} à 144^{mm} de Hg, descendait rapidement à 56^{mm} et revenait, plus lentement que lors de l'injection précédente, à son niveau initial. Le volume du rein diminua de la même façon que la pression carotidienne, mais revint plus rapidemment que celle-ci à sa valeur initiale. En outre, on nota, pendant les deux premiers tiers de la phase de la diminution du volume du rein, un écrasement très net du pouls de cet organe.

Après injection d'une dose encore plus élevée d'adrénaline, soit $0^{mg},06$, la pression artérielle s'éleva de 112 à 140^{mm} de Hg puis descendit à 62^{mm}, remonta à 70^{mm}, redescendit à 68^{mm} et ne revint qu'avec une extrême lenteur à son niveau initial. Quant au volume du rein, ses modifications demeurèrent encore parallèles à celle de la pression artérielle sauf qu'ici aussi ce volume augmenta plus rapidement que ladite pression. En outre, le pouls

du rein fut presque totalement supprimé pendant toute la phase de diminution du volume de cet organe et ne se rétablit ensuite que peu à peu.

Deux heures après l'administration de Rauvolfine, une injection de $0^{mg},0025$ d'adrénaline faisait encore baisser la pression carotidienne de 104 à 52^{mm} de Hg, et ne provoquait que des modifications du volume du rein presque parallèles à celles de la pression carotidienne, sans aucun écrasement du pouls de cet organe.

Il est donc ainsi démontré que la Rauvolfine de Koepfli inverse durablement l'action hypertensive de l'adrénaline et que, comme nous l'avons déjà signalé, l'adrénaline peut provoquer quand et quand une forte hypotension et une vaso-constriction rénale marquée.

ENTOMOLOGIE. — *Variations de fécondité du* Leptinotarsa decemlineata *Say avec les* Solanum *tubérifères consommés par l'insecte*. Note [1] de MM. **Bernard Trouvelot** et **Grison**, présentée par M. Paul Marchal.

Dans les collections de Solanées tubérifères envahies par le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say), certaines plantes, comme le *S. edinense* Berthault, présentent toujours de nombreuses pontes de l'insecte.

Pour préciser les phénomènes entrant en jeu, nous nous sommes attachés à observer la ponte de couples de même âge isolés dans des cages abritant soit des touffes, soit de petits peuplements de divers *Solanum* tubérifères.

En août 1934, nous avons placé des insectes nouvellement formés, puis alimentés pendant quelques jours avec du feuillage de pommes de terre, dans des cages situées en plein air et contenant chacune cinq touffes de plantes de même espèce. Trois séries parallèles d'essais étaient réalisées.

Les relevés ont montré que les pontes maxima ont bien lieu sur *S. edinense*; pour cette plante, deux des cages sur trois ont présenté des œufs (total de 8 pontes), alors que pour *S. tuberosum*, les œufs ne se trouvèrent que dans une seule cage (une ponte en tout). Sur tous les lots de *S. Caldasii* Humb., *S. utile demissum* Lindl. et *S. Commersonii* Dun., les pontes firent défaut bien que les insectes restèrent en vie aussi longtemps que ceux mis sur *tuberosum* et sur *edinense*.

Les observations ont été complétées en opérant en juin et juillet 1935, avec des insectes parfaits sortant de terre après hivernation, puis alimentés

(1) Séance du 18 novembre 1935.

pendant quelques jours avec des feuilles de pommes de terre pour contrôle de bonne fécondité. Deux couples étaient mis par lot de cinq plantes. Le tableau suivant résume les résultats principaux obtenus pendant 50 jours de surveillance.

Nombre de pontes recueillies sur chaque espèce végétale.

	Première cage.	Deuxième cage.	Troisième cage.	Total.	Nombre moyen d'œufs par ponte.
S. edinense.......	19	8	8	35	35
S. tuberosum.....	17	8	4	29	25
S. utile demissum..	3	2	8	13	12
S. Caldasii.......	9	0	–	(9)	15
S. Jamesii.......	4	3	1	8	8
S. Commersonii...	0	0	0	0	0

La fécondité des insectes se montre sur *edinense* presque doublée par rapport à celle ayant lieu sur *S. tuberosum* (pontes plus nombreuses et surtout comprenant un plus grand nombre d'œufs). Sur les autres végétaux, la fécondité des insectes est au contraire déficiente et même sur *S. Commersonii* le dépôt des œufs s'est complètement arrêté bien que les plantes aient été continuellement visitées par les insectes parfaits et même légèrement consommées par eux pendant toute la durée des expériences. Le manque ou la rareté des larves a permis à ces dernières espèces de végéter sans difficultés.

Des essais complémentaires faits avec des couples féconds isolés à raison d'un couple par pied de *Commersonii*, ont confirmé un arrêt pratique des pontes pour les insectes consommant cette plante.

(Une petite ponte de 6 œufs a été obtenue une seule fois dans les deux jours suivant la contamination des plantes).

Les détails des relevés indiquent aussi que sur *S. tuberosum*, *S. Jamesii* et surtout *S. edinense*, les pontes sont plus abondantes au début de la vie des insectes et que l'inverse se produit avec *S. Caldasii* et *S. utile demissum*. Enfin, une correspondance apparaît entre l'abondance des pontes déposées sur les plantes et leur richesse en œufs.

Dans d'autres essais, nous avons groupé les plantes des espèces précitées en rangées contiguës et placées sous de grandes cages communes. Après contamination homogène de toutes les touffes, les insectes, bien qu'ils se déplacent continuellement de touffe en touffe, se sont toujours présentés en proportions équivalentes sur les rangées de *S. tuberosum*, *S. edinense*,

S. Commersonii et *S. utile demissum*. Ces végétaux sont donc semblables au point de vue attraction et rétention des insectes parfaits. Seuls les pieds de *S. Jamesii* furent partiellement délaissés (des observations de plein air révèlent un phénomène semblable pour les *S. Caldasii*. Les comptages des pontes ont montré que dans ces circonstances encore, la fécondité des insectes se montre influencée par les plantes consommées. Ainsi, les touffes d'*edinense* ont reçu quatre fois plus d'œufs que celles de *tuberosum*, et, sur les autres espèces, les dépôts d'œufs ont été très faibles. Ils se sont montrés toutefois un peu plus élevés que dans les essais d'isolement par suite de la circulation des insectes parfaits qui amène des individus alimentés avec du *S. tuberosum* à déposer leurs œufs sur des plantes diverses rencontrées au hasard de leurs déplacements (ainsi des pontes ont fort bien lieu sur des mauvaises herbes visitées par les insectes mais non consommées par eux).

En conclusion, la fécondité du *L. decemlineata* varie dans des proportions très élevées suivant les plantes consommées par les insectes parfaits.

L'abaissement marqué de fécondité des insectes est un des éléments conférant à divers *Solanum* tubérifères une immunité naturelle élevée en ce qui concerne les ravages du Doryphore.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la transformation expérimentale des femelles génétiques en intersexués, provoquée par l'injection d'hormone mâle aux embryons de Poulet.* Note de M. **Étienne Wolff**, présentée par M. Maurice Caullery.

Mme V. Dantchakoff (¹), ayant éprouvé l'action de l'hormone mâle sur les embryons de Poulet, n'a obervé aucune transformation des femelles et a tenté de donner une explication morphogénétique de ce résultat négatif. Les expériences que j'ai effectuées m'amènent à des conclusions toutes différentes et montrent qu'on transforme les femelles en intersexués en leur injectant l'hormone mâle, de même qu'on transforme les embryons mâles en intersexués, en leur injectant de l'hormone femelle, à l'aide d'une technique identique (²).

(¹) *Comptes rendus Soc. de Biol.*, **119**, 1935, p. 1120 et **120**, 1935, p. 599.

(²) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1983 et 2118 et *Arch. d'Anat., d'Hist. et d'Embr.*, **20**, 1935, p. 219-278.

J'ai employé l'androstérone de synthèse en solutions huileuses de 5 à 20^{mg} par centimètre cube. L'hormone est déposée sur le chorion entre le troisième et le cinquième jour de l'incubation. La dose est absorbée plus ou moins rapidement, suivant la concentration des solutions et la quantité d'huile injectée dans l'œuf. Les embryons ont été extraits vivants entre le quinzième jour et le terme de l'incubation, c'est-à-dire qu'ils sont assez évolués pour fournir des critères morphologiques et histologiques indiscutables.

Série 1. — Dose : 0,025 à 0^{mg},18 par œuf. 13 embryons évoluent au delà du 15e jour : 9 sont des femelles normales, 4 sont des mâles. *Tous les résultats sont donc négatifs* : de telles doses d'androstérone sont sans action.

Série 2. — Dose : 0,25 à 1^{mg} par œuf. 29 embryons dépassent le 15e jour : 9 sont mâles, 20 sont intersexués. *Il n'y a aucune femelle normale*.

De la comparaison entre les séries 1 et 2, il ressort qu'il faut plus de 0^{mg},18 d'androstérone pour déclencher la masculinisation des femelles. On voit que cette quantité est énorme, relativement à la dose minima de folliculine capable d'agir sur les glandes génitales des mâles dans les mêmes conditions expérimentales : environ 25 U. I., c'est-à-dire 0^{mg},0025.

Caractères morphologiques des intersexués. — Les 20 intersexués obtenus dans la série 2 constituent une chaîne presque continue d'intermédiaires entre les mâles et les femelles.

Le premier degré de la transformation ne concerne que les conduits génitaux. C'est le bout distal des oviductes qui régresse le premier. L'oviducte gauche s'étrangle brusquement au niveau de son segment moyen; son extrémité cloacale est filiforme ou même complètement avortée, au lieu de présenter le volumineux renflement de la glande coquillière, si caractéristique des femelles normales. L'oviducte droit est plus long que celui des femelles et présente le même aspect que le gauche.

Les types plus accentués d'intersexualité sont caractérisés non seulement par la régression des canaux, mais aussi par la transformation des gonades.

1. Absence complète du segment distal des oviductes. Résidus peu importants, parfois nuls, du segment proximal des canaux de Muller (trompes).

2. Transformation de la gonade droite, rudimentaire chez la femelle normale, en une glande renflée, grossièrement cylindrique, d'aspect testiculaire. La gonade gauche se transforme aussi en une glande massive et renflée, un peu plus longue et plus étalée sur le corps de Wolff que la glande droite.

Structure histologique des intersexués. — Les glandes génitales des individus les plus faiblement intersexués ne diffèrent pas de celles des femelles normales. Chez les intersexués de type plus accentué, la glande droite *est un testicule typique*, la glande gauche est un *ovotestis*, constitué d'un volumineux noyau testiculaire et d'un cortex ovarien plus ou moins épais. Les deux régions sont séparées par un réseau de lacunes. Les parties testiculaires des deux glandes contiennent des tubes séminaux très évolués, avec gonocytes et cellules végétatives disposées autour d'une large lumière.

Comparaison entre les femelles intersexuées et les mâles intersexués. — La série des femelles intersexuées, rangées par ordre de masculinité croissante, est inverse de la série des mâles intersexués, classés suivant leur degré de féminité croissante (*loc. cit.*). Les mêmes termes se retrouvent dans les deux séries : mais un type d'intersexualité forte de l'une des séries correspond à un type d'intersexualité faible de l'autre.

Alors que la série des mâles intersexués commence par la différenciation du cortex de la glande gauche et s'achève par le développement de l'oviducte, la série des femelles intersexuées commence par la régression de l'oviducte et s'achève par l'inhibition du cortex ovarien.

Conclusions. — *L'intersexualité peut être obtenue de façon constante chez l'embryon de Poulet, par l'injection d'androstérone aux individus génétiquement femelles.* La quantité minima d'hormone mâle nécessaire à cette transformation est de beaucoup supérieure à celle d'hormone femelle qui déclenche l'intersexualité des mâles. L'hormone mâle, injectée en doses massives, inhibe la différenciation femelle, comme l'hormone femelle, en faible quantité, inhibait la différenciation mâle. La dominance de l'un des sexes dépend des quantités respectives des deux hormones.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'hydrolyse des glucosides, et de quelques composés organiques par les rayons ultraviolets.* Note (1) de MM. **A. Guillaume** et **G. Tanret**, présentée par M. Alexandre Desgrez.

Pendant longtemps on n'a connu comme agents d'hydrolyse que les acides et les alcalis dilués, ou les diastases, animales ou végétales. A partir de 1910, MM. Bierry, Victor Henri et Ranc, MM. Daniel Berthelot et Gaudechon ont fait connaître l'action hydrolysante des rayons ultra-

(1) Séance du 18 novembre 1935.

violets sur les polyoses : les premiers auteurs ont, de plus, signalé que des solutions d'amygdaline et de méthylglucosides α ou β deviennent réductrices quand on les expose aux U. V., et Ranc, dans le cas de l'amygdaline, a isolé les constituants de son dédoublement.

Nous venons de reprendre l'étude de ces processus d'hydrolyse [1].

GLUCOSIDES. — On a soumis à l'action des U. V., et en présence d'air ($T = 32$-$35°$), des solutions de glucosides dans l'eau distillée : la concentration était ordinairement de 2 pour 100. Placées dans des cristallisoirs en verre rodé recouverts de plaques de quartz, elles étaient irradiées sous une épaisseur de 3^{mm} pendant 3, 6, 9, 12 et parfois 24 heures.

Les liqueurs commencent par jaunir, jaunissement dû à l'oxydation, soit des glucosides eux-mêmes, soit de leurs aglucones de dédoublement : il ne se produit pas à l'abri de l'air. Simultanément, elles s'acidifient, leur pH pouvant descendre jusqu'à 2,2. On voit, parallèlement, apparaître et croître le pouvoir réducteur (mesuré par la méthode de Bertrand) et diminuer le pouvoir rotatoire lévogyre qui tend à devenir dextrogyre : on peut ainsi, à chaque moment, apprécier la valeur de l'hydrolyse. Il y a toujours un léger écart entre les chiffres donnés par la réduction et ceux donnés par le polarimètre, l'action des U. V. sur le glucose lui-même n'en faisant pas baisser de façon rigoureusement parallèle le pouvoir réducteur et le pouvoir rotatoire. Pratiquement on s'attachera aux chiffres donnés par la réduction de la liqueur cupropotassique.

GLUCOSIDES DE PHÉNOLS. — *Salicine.* — Le dédoublement atteint 26 à 27 pour 100 au bout de 12 heures, 64 pour 100 au bout de 24 heures. Il est accéléré par l'élévation de température (62 pour 100 en 12 heures à 48°), par une acidification légère des liqueurs. Inversement, il est ralenti, mais non supprimé, par une alcalinisation préalable, par l'addition de CO^3Ca. Un corps fluorescent (éosine, acétate d'uranyle) n'a pas d'influence. De la liqueur d'hydrolyse on peut, par agitation à l'éther, isoler non pas le saligénol cristallisé, mais son produit d'oxydation, l'acide salicylique, souillé d'huile jaune dont on le débarrasse par recristallisation.

L'hydrolyse est réalisée par les U. V. de courtes et de moyennes longueurs d'ondes (1800-3100 Å), à l'exclusion de ceux de grandes longueurs d'ondes.

Hélicine. — L'hydrolyse est particulièrement facile et atteint son stade

(1) Le détail de nos recherches paraîtra dans un autre Recueil.

terminal au bout de 18 heures. On a pu ainsi en dresser la courbe complète qui obéit à la loi de Wilhelmy, la vitesse de réaction étant à chaque moment proportionnelle à la quantité de glucoside non encore hydrolysé. Néanmoins, à partir de la 5e ou 6e heure, cette courbe se place à un niveau légèrement supérieur à celui de la courbe théorique, cette action accélératrice étant due à l'acidification croissante des liqueurs. On a pu, d'une telle hydrolyse, comme pour la salicine, retirer le glucose cristallisé.

Le tableau suivant donne quelques-uns de nos chiffres d'hydrolyse :

	3 heures.	6 heures.	9 heures.	12 heures.
Hélicine	31,4	54	69,3	84,8
Gentiopicrine	13	28,4	37,4	50
Coniférine	10,2	20,7	33,3	47
Salicine	6,6	11,7	18	26,4
Picéine	5	10,6	14,9	19,8
Arbutine	3,5	7,2	9,8	11,4
Méthylarbutine	2,3	4,2	5,6	6,9

La xanthorhamnine, imperméable aux U. V., a résisté à l'hydrolyse.

Glucosides d'alcools. — Ils sont beaucoup plus résistants que les précédents.

	6 heures.	12 heures.	24 heures.
Floridozide	1,7	2,6	5,4
Méthylglucoside α	1,5	2,1	3,6
Méthylglucoside β	2,1	2,7	5

Glucoside cyanhydrique. — L'amygdaline a subi en 12 heures un dédoublement de 30 pour 100.

Corps autres que les glucosides. — *Sucres* (*Disaccharides*). — Le dédoublement est très lent : en 12 heures il n'atteint que 4,75 pour 100 pour le saccharose, 1,2 pour le maltose et le tréhalose : il est nul ou presque nul pour le lactose.

Éthers-sels. — L'acétate d'éthyle résiste assez bien (1,2 pour 100 en 12 heures); l'acide acétyl-salicylique se dédouble aisément (21,6 pour 100). Une place à part doit être faite à la monobutyrine de la glycérine qui se dédouble comme sous l'action d'une véritable lipase (29 pour 100 en 12 heures, 61 pour 100 en 24 heures).

Amides. — L'urée reste inattaquée : l'asparagine a subi une légère hydrolyse de 2 pour 100 au bout de 12 heures.

Polypeptides et protéines. — Ils sont restés rigoureusement inattaqués (glycyl-glycine, alanyl-glycine, glycyl-tyrosine, ovalbumine), au moins au bout de 12 heures, et dans nos conditions d'expériences.

Conclusions. — Les rayons ultraviolets ont donc une action hydrolysante nette, surtout accentuée vis-à-vis des glucosides et des éthers-sels. La similitude de leur action avec celle des acides dilués ou des diastases est, une fois de plus, digne d'être soulignée. Par de simples vibrations moléculaires, engendrées il est vrai par de grandes dépenses d'énergie, ils réalisent des phénomènes que l'on envisage ordinairement sous la dépendance exclusive d'agents chimiques ou biologiques, et qui se montrent ici indépendants de tout support organique. Ils agissent comme de véritables catalyseurs d'hydrolyse.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la destruction de certaines diastases hydrolysantes au cours de leur action.* Note de M. **Robert Bonnet** et Mlle **Berthe Nataf**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

Lorsqu'on veut établir une loi générale d'action des enzymes, le premier problème à résoudre consiste naturellement à savoir si le catalyseur responsable reste semblable à lui-même pendant tout le cours de la réaction. V. Henry [1] a démontré que certaines diastases se conservent intactes (invertine et émulsine). Fleury [2], expérimentant sur la lactase, retrouve cet agent inaltéré à la fin de la réaction. En revanche, de nombreux travaux ont signalé des destructions complètes ou partielles des enzymes sous l'influence de divers facteurs : température, pH éloigné de l'optimum, action mutuelle des multiples diastases contenues dans un complexe enzymatique, etc.

Devant ces faits, il nous a paru indispensable de reprendre l'étude du problème d'une manière systématique en nous adressant aux principales diastases d'origines diverses agissant sur les glucides.

La technique est, dans l'ensemble, celle indiquée par Fleury. Nous n'indiquerons ici que ses traits essentiels : deux tubes A et B renfermant une même quantité de diastase et une même quantité a de substrat, sont placés à une température convenable (37° C.) pendant un temps t suffisamment long pour obtenir une hydrolyse importante. Au bout de ce temps, on détermine dans le tube A l'intensité de l'hydrolyse, soit A la valeur obtenue. Au même moment, on introduit dans le tube B une nouvelle quantité a de substrat et on lance dans les mêmes conditions expérimentales que précédemment un tube C renfermant a de substrat et la quantité de diastase ayant été mise initialement dans les tubes A et B. Les deux tubes B et C sont placés à 37° C. pendant un temps t'. Ce temps t' écoulé, deux dosages nous indiquent l'état de l'hydrolyse dans les tubes B et C, soient B et C les valeurs obtenues.

(1) V. Henri, *Lois générales d'action des diastases*, Paris, 1903, 129 pages.
(2) P. Fleury, *Bull. Soc. Chim. biol.*, **6**, 1924, p. 436-448.

Les tubes B et C contiennent la même quantité de diastase, celle de B a déjà travaillé pendant un temps t lorsqu'on lance C. Il est évident que si la diastase n'a pas été détruite, nous devons avoir B — A = C. Si nous sommes en présence d'une destruction de la diastase pendant le temps t, B — A sera inférieur à C. La comparaison des valeurs B — A et C nous permet de déterminer le pourcentage de l'activité diastasique détruite.

Les vecteurs diastasiques étudiés ont été : le suc pancréatique de chien (amylase), le suc gastro-entérique d'helix (amylase, amygdalase, saccharase), l'extrait aqueux d'amandes déprotéinisé (amygdalase), une macération intestinale (saccharase) et l'extrait aqueux de levure de bière (saccharase).

Nos résultats expérimentaux seront consignés en totalité dans un prochain Mémoire. Nous nous contenterons d'en rapporter quelques-uns ici.

Agents diastasiques.	Concentration en ferment (cm^3).	t. (h. m.)	t'. (h. m.)	Destruction de l'activité en pour 100.
Amylase d'*Helix*	0,1	5	18,05	60
»	0,1	23,05	48	69
»	2	2	4	19
»	2	16	6,30	41
Amylase pancréatique	0,5	5	19	7,9
»	0,5	17	6	10
»	2	2	4	0
»	2	17	7	0
Amygdalase d'*Helix*	0,1	4	18,15	52
»	0,1	21,45	5,45	100
»	2	1,30	24	0
»	2	22	18,30	0
Amygdalase d'amandes	1	4,30	18,35	67
»	1	23,05	23,30	91
»	10	1,30	17,10	23
»	10	22,30	23,20	100
Saccharase d'*Helix*	0,1	5,30	18	34
»	0,1	15,30	5	55
»	2	1,30	4,45	0
»	2	24,30	5	18
Saccharase intestinale	1	3	22	0
»	1	16,10	7	51
»	10	3	2,30	0,8
»	10	16,10	6	33
Saccharase de levure	1	2,30	4	9
»	1	16,30	6	0
»	10	2,35	19	15
»	10	16,30	6	6,6

L'examen de ce tableau permet de formuler les conclusions suivantes :

1° Toutes les diastases étudiées voient leur activité s'amoindrir au fur et à mesure de la marche de leur action et parfois dans des proportions considérables.

2° Cette destruction progressive ne peut être attribuée, d'une manière générale à une attaque de l'agent enzymatique par un ferment protéolytique existant dans le milieu diastasique complexe, car elle se retrouve dans tous les cas d'action du suc d'helix, suc qui ne contient pas de ferments protéolytiques, ainsi qu'avec le suc pancréatique pur, non kinasé, lequel est dans l'incapacité absolue d'attaquer les protéines naturelles complexes.

3° La destruction est d'autant plus marquée que le temps d'action est plus long.

4° La saccharase de levure présente un phénomène particulier : la destruction de l'activité est plus élevée au bout d'un temps court que d'un temps long; il semble qu'une partie de la diastase disparaît du milieu au début de l'action, peut-être par suite de la formation d'un complexe enzyme-substrat.

5° L'activité diastasique, pour une durée de travail de même ordre, est d'autant moins diminuée que la concentration en catalyseur est plus élevée, et cela pour une même quantité de substrat.

Tous ces faits, dont on doit tenir compte dans l'étude des lois d'hydrolyse des glucides sous l'influence de certains catalyseurs biologiques semblent indiquer que l'on est, dans tous les cas, en présence d'une véritable autodestruction de l'agent responsable.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Nouvel ultravirus parasite d'*Agrotis segetum *provoquant une prolifération des tissus infectés.* Note (¹) de M. **André Paillot**, présentée par M. Paul Marchal.

En 1934 (²), j'ai décrit une nouvelle maladie des chenilles d'*Agrotis segetum* causée par un ultravirus dont les éléments, colorables sur frottis et visibles au microscope, se développent exclusivement dans le noyau des cellules adipeuses. Cette maladie, que je désignerai sous le nom de pseudo-

(¹) Séance du 18 novembre 1935.

(²) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 204.

grasserie I, a été observée surtout à Pierre-Bénite, dans la banlieue sud de Lyon.

J'ai constaté cette année l'existence d'un nouveau type de pseudo-grasserie à ultravirus à Saint-Genis-Laval, localité voisine de la précédente. Les chenilles malades se distinguent facilement des chenilles normales par la teinte blanc-mat et l'opacité de la paroi du corps. Cette opacité est la conséquence d'un épaississement de la couche hypodermique.

Le sang, plus ou moins trouble laiteux, renferme d'innombrables corpuscules arrondis peu réfringents dont le diamètre mesure 0,3 à $0^{\mu},4$. Ces corpuscules sont facilement colorables sur frottis par la fuchsine de Ziehl à

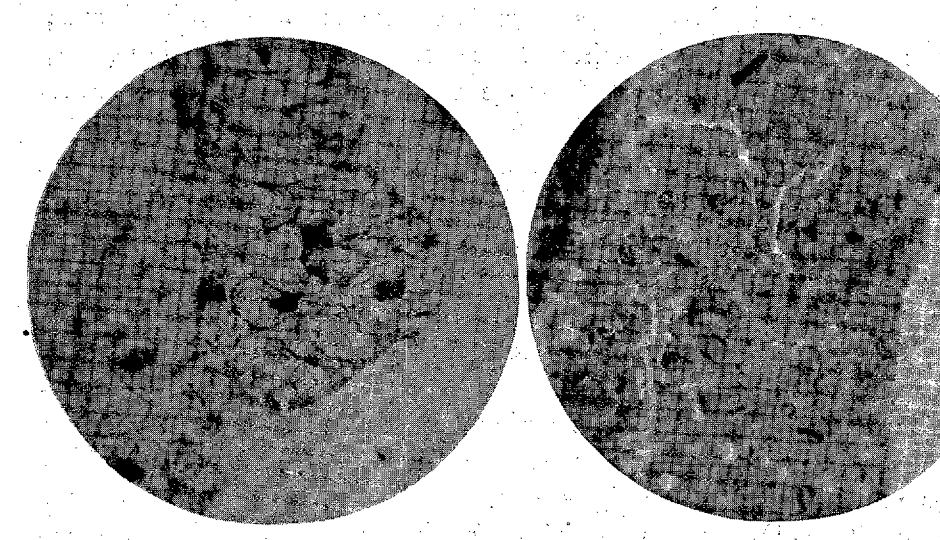


Fig. 1. — Cellules adipeuses d'une chenille de *A. segetum* normale.

Fig. 2. — Tissu adipeux d'une chenille atteinte de pseudo-grasserie II.

chaud; mais la méthode de choix est celle de Fontana-Tribondeau qui est utilisée généralement pour la recherche des Tréponèmes : sur frottis coloré suivant cette méthode, les éléments parasitaires se présentent comme de petites cocci à contour fortement accusé. A l'examen sur fond noir, ils apparaissent comme des grains brillants animés de mouvements browniens assez rapides; ces grains sont beaucoup plus volumineux et plus brillamment éclairés que ceux qu'on observe dans le sang des chenilles atteintes de maladie à polyèdres.

Le parasite ne présente de l'affinité que pour le noyau des cellules adipeuses, hypodermiques et trachéales. Sous l'influence de celui-ci, l'hypoderme et la couche péritrachéale, qui sont normalement constituées par

une seule assise de cellules très aplaties, s'épaississent considérablement; dans l'hypoderme notamment, on observe fréquemment des replis avec plusieurs noyaux superposés; la plupart de ces derniers sont bourrés d'éléments parasitaires et ont perdu leur aspect normal; un certain nombre ont conservé leur structure normale mais sont hypertrophiés; quelques-uns enfin sont en état de pycnose.

Le corps adipeux est le siège de processus réactionnels extrêmement curieux qui ne sont pas sans analogies avec ceux qu'on observe au cours de l'évolution des néoplasmes. Normalement, le tissu adipeux est formé de grandes cellules dont le noyau est à l'état de repos et dont la couche cytoplasmique est remplie de globules de graisses plus ou moins volumineux; chez les chenilles malades, en dehors des cellules parasitées dont le noyau, très hypertrophié, a perdu sa structure normale, on observe un grand nombre de petits éléments cellulaires très différents des cellules adipeuses habituelles : ce sont des éléments jeunes à caractère embryonnaire qui se multiplient activement par mitose. Sur coupes colorées examinées à un grossissement de 800 diamètres environ, j'ai pu compter jusqu'à trois figures de mitose par champ microscopique. Cette prolifération cellulaire change complètement l'aspect histologique du corps adipeux qui se présente comme un ensemble de masses multinucléées à cellules relativement pauvres en globules de graisse.

La réaction cellulaire provoquée par le parasite diffère essentiellement de celle qui se manifeste dans le sang des chenilles après injection de certains bacilles ou de substances protéiques diverses et que j'ai décrite sous le nom de caryocinétose [1]. Il y a là un phénomène biologique dont l'importance, au point de vue de la pathologie comparée, mérite d'être soulignée.

La nouvelle pseudo-grasserie des chenilles d'*A. segetum*, que je désignerai sous le n° II, est transmissible par la voie sanguine. Dix jours après l'injection de sang infecté, la température moyenne ne dépassant pas 10 à 12°, j'ai constaté le début de l'infection nucléaire dans les tissus adipeux, hypodermique et péritrachéal; les éléments parasitaires constituent au centre du noyau, une petite masse granuleuse isolée qui tend à disperser les grains chromatiniens. L'infection *per os* est plus difficile à réaliser.

---

(1) *Comptes rendus*, 169, 1919, p. 396.

BACTÉRIOLOGIE. — *Essais de vaccination contre le choléra des poules.* Note de M. **Auguste Trillat**, présentée par M. Félix Mesnil.

J'ai montré [1] qu'un air, renfermant en suspension à l'état de gouttelettes excessivement fines, des germes de *Pasteurella avicida* était capable de transmettre la maladie à la souris et la poule après une durée d'inhalation très courte. Ces résultats ont permis de conclure que la transmission de l'épidémie du choléra des poules pouvait avoir lieu non seulement par voie d'ingestion comme on le pensait, mais aussi par l'intermédiaire de l'air, c'est-à-dire par inhalation.

Les mêmes expériences répétées sur les animaux en employant, au lieu de germes virulents, le vaccin correspondant avaient aussi montré qu'ils pouvaient être immunisés. Dans les deux cas, les germes utilisés conservaient donc leur degré de virulence ou d'atténuation, provoquant l'infection ou l'immunisation.

J'ai poursuivi spécialement l'étude de l'immunisation de la poule qui n'avait été qu'ébauchée précédemment : cette Note résume brièvement les résultats obtenus. Le mode opératoire, toujours le même, a consisté à exposer les poules dans un récipient de 50 litres, à un air renfermant 2 à 3^{cm^3} d'une émulsion de vaccin n° 2 (préparé par M. Staub). Après une durée d'inhalation variant de 10 minutes à 1 heure, les poules étaient retirées. Après 12 jours, elles étaient exposées à l'air chargé de choléra virulent dont l'inhalation tuait la poule à coup sûr. Ces poules vaccinées étaient ensuite soumises à une série d'injections intramusculaires de choléra très virulent, comparativement à des témoins. Après plusieurs insuccès que j'attribue à une modification subie par le vaccin sous l'influence de son état de division dans l'air, je suis arrivé à des résultats positifs. Je donne à titre d'exemple ceux que j'ai obtenus sur un lot de quatre poules vaccinées le 27 mars dernier.

Ces essais, faits dans des conditions particulièrement sévères, permettent de conclure qu'une immunité plus ou moins longue de la poule vis-à-vis du choléra virulent aérien ou ingéré peut être obtenue par simple inhalation du vaccin à l'état pulvérisé.

---

(1) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1598; **194**, 1932, p. 321.

1. Douze jours après vaccination, les poules sont exposées à l'air infecté par le choléra virulent.	Résultat : le témoin meurt en moins de 50 heures. Toutes les poules vaccinées restent vivantes.
2. Première injection de choléra virulent 17 jours après vaccination.	Témoin mort après 40 heures; une poule vaccinée (10 minutes d'inhalation) meurt après 90 heures. Les trois autres poules vaccinées restent vivantes.
3. Deuxième injection de choléra virulent 30 jours après vaccination.	Témoin mort après 50 heures, les trois poules vaccinées (inhalation prolongée) restent vivantes.
4. Troisième injection de choléra virulent 2 mois après vaccination.	Témoin meurt après 30 heures. Les 3 poules vaccinées restent vivantes.
5. Quatrième injection 5 mois après vaccination.	Témoin mort en 24 heures. Une poule sur les trois vaccinées meurt.
6. Cinquième injection 6 mois après vaccination.	Témoin meurt en 18 heures. Une poule vaccinée meurt; la dernière reste et est encore vivante.

Divers auteurs, tels que Ch. Nicolle pour le vaccin pesteux, Besredka pour le pneumocoque, Stillmann et Maeji pour le même bacille etc., avaient déjà essayé d'obtenir l'immunisation d'animaux par ces pulvérisations de vaccins ou de sérums par voie intratrachéale. Mais ils se sont placés dans des conditions différentes; ils ont notamment employé des doses massives de culture alors que dans nos essais, les doses inhalées étaient de l'ordre de grandeur des doses mortelles ou vaccinantes, indiquées par les auteurs par voie d'injection. Toutefois, je dois signaler que, plus récemment, Silberschmidt, en se plaçant dans des conditions se rapprochant des miennes, a pu aussi obtenir l'immunisation d'animaux vis-à-vis de certains germes [1].

Avant d'envisager la possibilité d'utiliser dans la pratique le procédé de vaccination des poules contre le choléra par voie aérienne, il y aurait lieu de faire la mise au point des questions suivantes : 1° préparation d'un vaccin adapté à la méthode; 2° durée d'inhalation; 3° durée de l'immunité acquise (les essais décrits en donnent déjà une idée); 4° perfectionnement dans le mode opératoire de pulvérisation.

---

[1] *Annales de l'Institut Pasteur*, 53, 1934, p. 690.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Caractérisation de l'hydroxylamine dans les feuilles vertes autolysées.* Note de MM. **Maurice Lemoigne**, **Pierre Monguillon** et **Robert Desveaux**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons signalé la formation de l'hydroxylamine par le *Sterigmatocystis nigra* (¹). Dans la présente Note nous démontrons la production du même composé au cours de l'autolyse des feuilles des végétaux supérieurs.

Le jus de feuilles vertes, après défécation par le sous-acétate de plomb et destruction éventuelle des nitrites, est oxydé par l'iode en milieu acétique. La formation d'acide nitreux dans ces conditions caractérise l'hydroxylamine (réaction de Blom).

Les jus frais, sauf de rares exceptions, ne contiennent pas d'hydroxylamine libre. Au contraire, des jus analysés après quelques heures donnent la réaction de Blom (herbe, betterave à sucre, épinard, rhubarbe, carotte).

Des essais systématiques d'autolyse de pulpe de feuilles à 30° et en présence de 2 pour 100 de fluorure de sodium, montrèrent qu'il se forme dans tous les cas examinés de l'acide nitreux et de l'hydroxylamine. En l'absence de méthode précise de dosage, nous ne pouvons qu'apprécier la quantité de ce produit après 2 à 3 jours d'autolyse. Elle est de l'ordre de 1 à 3^{mg} par kilogramme de feuilles fraîches.

Cette technique présente plusieurs défauts. Les sels de plomb, ainsi que nous l'avons observé, atténuent les réactions de l'hydroxylamine. Leur emploi doit être évité.

D'autre part la réaction de Blom, appliquée à un liquide aussi complexe peut être critiquée et manque de netteté. Nous avons cherché à rendre cette réaction, si précieuse par sa sensibilité, plus sûrement spécifique et plus nette.

Dans ce but nous avons étudié la formation, l'hydrolyse, la courbe de distillation des oximes de l'acétaldéhyde, de l'acétone, de l'oxyde de mésityle et du diacétyle. D'autre part, sur des solutions très diluées d'hydroxylamine, nous avons fait agir des sels de Mg, Ca, Ba, Zn, Al, Cr, Fe, Mn, Co, Ni, Cu et Pb. Les documents analytiques obtenus seront publiés ultérieurement mais nous utiliserons ici ceux qui nous ont permis de caractériser l'hydroxylamine dans les pulpes de feuilles autolysées.

(¹) M. Lemoigne et R. Desveaux, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 239.

La technique d'extraction de l'oxyammoniaque est simple en principe. L'acétone se fixe immédiatement sur l'hydroxylamine en donnant une oxime que l'on peut concentrer par distillation. L'hydrolyse du distillat par l'acide chlorhydrique libère l'hydroxylamine qui, non volatile, peut être concentrée par évaporation du liquide.

Appliquée à des jus autolysés, cette technique présente certaines complications.

Quand on hydrolyse l'oxime par l'acide chorhydrique, s'il y a dans le liquide des nitrites et de l'acétone, il y a formation d'hydroxylamine :

$$CH^3-CO-CH^3+NO^2H = H^2O+CH^3-CO-CH=N-OH,$$
$$CH^3-CO-CH=N-OH+H^2O = CH^3-CO-CHO+NH^2-OH.$$

Il faut donc détruire les nitrites avant de chauffer l'acétone en milieu chlorhydrique.

La technique indiquée par Blom qui consiste à chauffer les nitrites en milieu acétique et en présence d'acide sulfanilique, ne donne pas pratiquement de bons résultats. Au contraire, l'emploi de l'urée à 10 pour 100 en milieu chlorhydrique à froid est très commode.

Cette destruction peut se faire dans le pemier distillat acétoné. Nous avons vérifié, en effet, que si l'on distille un mélange de nitrite et d'acétone à un pH égal ou supérieur à 4, il n'y a pas formation d'hydroxylamine ou de ses dérivés.

Mais, par la suite, nous avons trouvé plus sûr de détruire les nitrites dans le jus de feuilles avant tout contact avec l'acétone. Le jus fluoruré est maintenu à l'ébullition pendant 10 minutes pour arrêter l'autolyse puis, après refroidissement, additionné de 10 pour 100 d'urée et de 5 pour 100 d'acide chlorhydrique. Quand les nitrites ont disparu, on ajoute 50^g d'acétate de sodium par litre et de la soude pour obtenir un pH égal à 5. On distille.

Les distillats sont fortement alcalins. L'acétone donne, en effet, avec l'ammoniaque provenant de l'urée de la diacétonamine. Nous avons vérifié que cette base ne donne pas la réaction de Blom.

Ces distillats contiennent un produit qui présente tous les caractères analytiques de l'acétoxime : hydrolyse par les acides, courbe de distillation, solubilité dans l'éther, conditions de formation.

D'autre part le produit qui en dérive par hydrolyse présente de même les caractères analytiques de l'hydroxylamine : réaction de Blom, combi-

naisons avec l'acétaldéhyde, l'acétone, l'oxyde de mésityle, le diacétyle, les sels de Cu, Cr, Pb et Fe et réduction des sels de mercure.

Cet ensemble de faits, vérifiés pour la plupart un grand nombre de fois, prouve nettement que, pendant l'autolyse des pulpes des feuilles vertes examinées, il se forme de l'hydroxylamine.

Son origine et sa signification physiologique font l'objet de travaux en cours.

A $15^h 55^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Louis Joubin* :

En première ligne............	M. CHARLES PÉREZ.
En seconde ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*..........	MM. RAOUL ANTHONY, ÉMILE ROUBAUD.
En troisième ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*..........	MM. LOUIS FAGE, ÉTIENNE RABAUD, PAUL WINTREBERT.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à $17^h 30^m$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus pendant les séances de septembre 1935.

Les atlas géographiques actuels et plus particulièrement l'Atlas de Stieler. 10e édition jubilaire, par J. Schokalsky. Lwow, 1934; 1 fasc.

Les associations biologiques au point de vue mathématique, par Vito Volterra et Umberto d'Ancona. Paris, Hermann et Cie, 1935; 1 vol. 25cm,5.

The history of Brown University (1764-1914), par Walter C. Bronson. 1914;
— *The Historical Catalogue of Brown University*, 1924;
— *The Historical Catalogue of Brown University*, 1924. *The Women's College;*
— *The Charter of Brown University with Amendments*, 1928. Providence, The Akerman. Standard Co; 3 vol. et 1 fasc. 23cm,5.

Les instruments pour l'observation des hauteurs égales en Astronomie (*Méthode de Gauss généralisée*), par Mme E. Chandon et A. Gougenheim. Extrait de la *Revue hydrographique*, vol. 12, no 1, 1935. Cannes, Imprimerie Robaudy; 1 vol. 27cm.

Séries de Fourier et classes quasi-analytiques de fonctions, par S. Mandelbrojt. Paris, Gauthier-Villars, 1935; 1 vol. 25cm,5.

Matières en suspension dans les eaux des fleuves et sphères dans les liquides. Étude expérimentale de leur mouvement, par M. M. Ghali. Paris, Gauthier-Villars, 1935; 1 vol. 26cm,5.

Nel Cinquantenario della Società Edison (1884-1934). Milano, A Cura della Società Edison, anno XII E-F; 4 vol. 32cm.

La foudre et sa forme globulaire. Exposé critique, par E. Mathias. *In Mémorial de l'Office national météorologique de France*. Paris, à l'Office national météorologique, 1935; 1 vol. 33cm.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES D'OCTOBRE 1935.

Traité de pédologie. Tome I : *Pédologie générale*, par HENRI ERHART. Strasbourg, Institut pédologique, 1935; 1 vol. 25cm.

Bacteriologia, par JOSE PEDRO DE CARVALHO LIMA. S. Paulo, Sociedade Impressora Paulista, 1933; 1 vol. 26cm.

The Work of the Sanitary Engineer, par ARTHUR J. MARTIN. London, Mac Donald et Evans, 1935; 1 vol. 22cm.

Étude anatomique du système nerveux d'un chien auquel on a extirpé les deux hémisphères cérébraux et le cervelet. Quelques considérations physiologiques, par O. SAGER. Publié par les soins du « R. A. Laan-Fonds » Amsterdam. Harlem, De Erven F. Bohn N. V., 1935; 1 fasc. 28cm,5.

L'influence espagnole sur le progrès de la science médicale, avec un rapport sur l'*Institut de recherches Wellcome et les laboratoires de recherches et les Musées y affiliés* fondés par Sir HENRY WELLCOME. En commémoration du deuxième Congrès international d'histoire de la médecine. Madrid, 1935. Londres, The Wellcome Foundation Ltd.; 1 vol. 21cm,5.

Chromosome Ends in Datura discolor, par A.-D. BERGNER and A.-F. BLAKESLEE. In *Procedings of the National Academy of Sciences*, vol. 21, n° 6, juin 1935; 1 fasc. 25cm,5.

Demonstration of Differences between People in the Sense of Smell, par ALBERT F. BLAKESLEE. In *The scientific Monthly*, July, 1935, vol. XLI; 1 fasc. 26cm.

Quelques progrès récents dans la connaissance du mécanisme nerveux, par LOUIS LAPICQUE. Discours prononcé à la séance plénière du XVe Congrès international de physiologie. Leningrad-Moscou, 1935. Section de Leningrad. Éditions d'État. Publications biologiques et médicales; 1 fasc. 19cm,5.

Carte générale bathymétrique des Océans. 3e édition, publiée par le Bureau hydrographique international. *Note* sur la préparation de la 3e édition de la feuille A_1 : *Océan Atlantique Nord*. 1 fasc. 27cm,5. 1 planche : 106cm,5 × 72cm.

Geologische Kaart van Java. Schaal 1/100000. Blad 54 : *Madjenang*. Blad. 58 : *Boemiajœ*, 1934; 2 planches : 56cm × 54cm,5.

Die Biochemie der Krebsdiposition, der Krebszelle und des Tumorträgers (als Beweis für die Richtigkeit meiner Krebstheorie : Die Krebsgeschwulst eine Ausfallerscheinung im Organismus), par ERICH SIMONS. Luxembourg, Victor Buck, 1935; 1 vol. 25cm,5.

Ofidioterapia, par PEDRO CASTRO ESCALADA. Buenos-Aires, Viau y Zona, 1935; 1 vol. 23cm,5.

Léonard Euler (1707-1783). Recueil des articles et matériaux en commémoration du 150e anniversaire du jour de sa mort, publié par l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S. Moscou, 1935; 1 vol. 26cm,5.

Les Anophèles de la France et de ses Colonies. 1re partie : *France, Corse, Afrique, Madagascar, La Réunion*, par G. SENEVET. Paris. Paul Lechevalier, 1935; 1 vol. 25cm.

Histoire technique de l'Artillerie de terre en France pendant un siècle (1816-1919), par J. CHALLEAT. Tome second (1880-1910). Paris, Imprimerie Nationale, 1935; 1 vol. 25cm, 5.

Uova, Sviluppo embrionale, Stadi larvali post-larvarli e giovanili di Sternoptychidae e Stomiatidae, par LUIGI SANZO. Sternoptychidae-3-*Maurolicus Pennanti* (Walb.). Venezia, Premiate Officine Grafiche C. Ferrari, 1935-XIII; 1 vol. 36cm.

Le menton et ses rapports avec le visage, le front, le nez et la bouche, par CHARLES PERRIER. Lyon, Société anonyme de l'imprimerie A. Rey, 1935; 1 vol. 25cm, 5.

Annales de l'Institut Pasteur. Supplément. *Numéro commémoratif sur la rage,* publié le 25 octobre 1935. Paris, Masson et Cie; 1 vol. 25cm, 5. (Présenté par M. Mesnil.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DES COMMISSIONS ADMINISTRATIVES.

M. **Emmanuel Leclainche** est élu Vice-Président pour l'année 1936 par 58 suffrages.

Il y a 1 bulletin blanc.

M. **Robert Bourgeois**, par 60 suffrages, est élu, M. **Louis Bouvier**, par 56 suffrages, est réélu membre des Commissions administratives.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Pierre-Augustin Dangeard** donne à l'Académie quelques renseignements sur son voyage en Angleterre, où il était l'hôte de la Société Royale de Londres au titre de Président de l'Académie des Sciences. C'est en cette qualité qu'il a assisté à la séance annuelle de la Société Royale et au banquet qui a suivi.

En réponse aux souhaits de bienvenue qui lui ont été adressés, le Président a présenté les compliments de l'Académie et ses sincères remerciements.

Notice sur HENRY FAIRFIELD OSBORN, par M. **HENRI DOUVILLÉ**.

Ce qui frappe surtout dans la vie d'Osborn c'est l'unité de vues qui a constamment dirigé ses travaux. Son père était président d'un chemin de fer de l'Illinois et le destinait à la pratique des affaires; il achève son éducation à l'Université Princeton; il suit notamment des cours de biologie et de géologie. Un jour par hasard on parle entre camarades des belles découvertes de Morsh dans le Far-West, et l'on projette d'y faire de nouvelles expéditions. Son imagination en est vivement frappée. Une expédition est en effet organisée en 1877 dans le Colorado et le Wyoming : Osborn en fait partie et à son retour il consacre le meilleur de son temps à la préparation et à l'étude des fossiles recueillis. L'année suivante il participe à une nouvelle expédition; il en est de plus en plus intéressé, sa vocation est fixée, il sera paléontologiste.

Dès 1878 il publie un premier travail sur un des grands Dinosauriens qu'il a découverts; deux ans après c'est un nouveau Rhinocéridé qu'il nous fait connaître. C'est le début d'une longue série de publications, descriptions de fossiles, Notes et Mémoires, articles de Revues, qu'il poursuivra inlassablement pendant plus de 50 années; on en comptera plus de 800.

Je ne citerai que quelques-uns des plus importants : Origine et évolution de la vie; Origine et classification des Mammifères; Évolution du système dentaire en partant du type triangulaire; Corrélations entre les horizons des Mammifères tertiaires en Europe et en Amérique; Classification des Titanotherium dans le Wyoming et le Nebraska; Rapports de l'évolution et de la religion dans l'éducation, etc.

La question de l'homme fossile est soulevée en Amérique; il ne pouvait s'en désintéresser, il vient l'étudier en Europe. Il visite en France nos merveilleux gisements et nos collections : je me rappelle sa visite à l'École des Mines, un échantillon attire son attention, il le publiera plus tard. Il poursuit son voyage en Italie et en Espagne et à son retour il publie son important Ouvrage sur les hommes de l'âge de pierre (1914). Peu après il nous donne une synthèse remarquable sur les divisions du Pléistocène, en relation avec la préhistoire de l'homme, il étudie l'évolution des races humaines et d'après leurs conditions d'existence et d'habitat, d'où des modifications progressives que nous appelons des races et qui, nous dit Osborn, sont de véritables espèces.

Dans un autre Mémoire il reviendra sur ces adaptations progressives aux conditions de milieu, qui pour lui seront l'origine des espèces. S'il

admet en principe la théorie de Lamarck sur l'acquisition du caractère, il ne les considère pas comme directement héréditaires.

Mais c'est toujours l'étude des grands Vertébrés qui est le principal objet des recherches.

A la suite d'un voyage d'études en Allemagne il a été nommé en 1881 professeur à Princeton, puis en 1883 à Colombia; il est attaché à l'*American Museum of Natural History* et il y fondera le département de la Paléontologie des Vertébrés. Il va y créer son œuvre maîtresse; il y réunira le plus grand nombre possible d'échantillons (plus de 85000, comme il nous le dira un jour), mais aussi il les classera de manière à les mettre à la portée de tous. A plusieurs reprises il insiste sur l'importance de ces collections au point de vue de l'instruction de la jeunesse et même des hommes de tout âge. Il deviendra le directeur de cette grande institution dont il fera un musée modèle.

Il n'a pas perdu le souvenir de ses premières expéditions dans le Far-West; c'est encore le meilleur moyen d'augmenter ses collections, surtout si on les dirige vers des pays nouveaux peu ou point connus. C'est ainsi qu'il organise en 1907 une expédition en Égypte dans le Fayoum. On sait les belles découvertes qui y ont été faites par son élève Andrews. Mais ce qui l'intéressera tout particulièrement, c'est qu'il y reconnaîtra l'origine et le premier développement des grands Proboscidiens à partir du petit Mœritherium.

Un autre problème le préoccupait, les relations des faunes de l'Amérique du Nord avec celles qui se sont développées en Asie, de l'autre côté du Pacifique; cette exploration nécessitait de véritables expéditions que la riche Amérique pouvait mener à bien. Il réussit à les organiser en 1921 en trois saisons de 1921 à 1925; le désert de Gobi put être exploré, on sait avec quel succès, et lui-même prit part à une de ces campagnes. Parmi les formes nouvelles qui ont été découvertes, Osborn nous a fait connaître les curieux Dinosauriens du Crétacé inférieur avec leurs œufs, découverte qui a même fixé un moment l'attention du grand public. Il a surtout mis en évidence les analogies fauniques existant entre les mammifères fossiles de la Mongolie et l'Amérique du Nord, en particulier pendant l'Oligocène, certaines espèces pouvant même être considérées comme représentatives de celles qui avaient vécu jusqu'en Europe.

Tout aussi importantes étaient les découvertes relatives à l'homme primitif et l'on a pu être tenté de considérer ces régions actuellement désolées comme le berceau de l'humanité.

Toujours préoccupé de l'évolution et de la classification des Vertébrés,

il cherche à préciser les rapports existant entre les formes successives, par un examen minutieux de tous leurs caractères. Il a pu distinguer ainsi un très un grand nombre de formes, 625 dans les Titanothères, 350 dans les Proboscidiens, comme il nous le dira lui-même; nous nous trouvons ainsi reportés à la question de l'origine des espèces. Il est venu en 1933 nous exposer personnellement ses dernières idées à ce sujet. Il distingue deux sortes de caractères, les Allométrons, représentés par les dimensions des différents organes, par exemple celles des différentes parties du squelette. Ils résultent de l'adaptation progressive de l'animal à ses conditions d'existence, nature du milieu sec ou humide, chaud ou froid, nature de la nourriture. C'est ainsi qu'on peut passer du petit Mœritherium, aux habitants aquatiques, au Mammouth de la tundra. Mais d'autres caractères, les Aristogènes, apparaissent brusquement, sans préparation, et il faut les considérer comme en puissance dans l'embryon, dans le génoplasme, par exemple le nombre des éléments de la dent.

Et il conclut en disant qu'il ne cherche pas à expliquer théoriquement les causes de l'adaptation et qu'il se borne à exposer les phénomènes qu'il a observés.

En terminant j'insisterai encore sur ses travaux relatifs au développement et à l'organisation des Musées d'histoire naturelle, et sur leur rôle éducatif. Cette diffusion de la science pure au moyen d'exhibitions ingénieuses et impressionnantes au Musée de New-York, au moyen d'écrits et de conférences à l'usage du grand public, c'est l'aboutissement voulu et raisonné d'un grand paléontologiste; aussi Osborn a-t-il été un des savants les plus populaires aux États-Unis.

On voit que, malgré sa diversité, son œuvre présente une belle et harmonieuse unité.

Pour les géologues du monde entier il restera non seulement celui qui nous a fait connaître un grand nombre de formes nouvelles, mais aussi et surtout le créateur de la magnifique collection de vertébrés de l'*American Museum*, et l'organisateur des célèbres expéditions du Fayoum et de la Mongolie.

La Société géologique de France lui a décerné son plus haut témoignage d'estime, la médaille d'or Gaudry, et en 1927 l'Académie a institué spécialement pour lui et en supplément une place de Correspondant.

Né à Fairfield, Connecticut, le 8 août 1857, Osborn est mort à Garrison, New-York, le 6 novembre 1935.

HISTOCHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence dans l'*Eremothecium Ashbyii *d'un pigment jaune se rapportant au groupe des flavines.* Note de MM. **Alexandre Guilliermond, Maurice Fontaine** et Mlle **Anne Raffy.**

L'un de nous a décrit précédemment sous le nom d'*Eremothecium Ashbyii* un Champignon isolé au Congo, des fruits de Cotonnier, par M. Massey. Ce Champignon offre un pigment jaune citron dont nous nous proposons de faire ici l'étude.

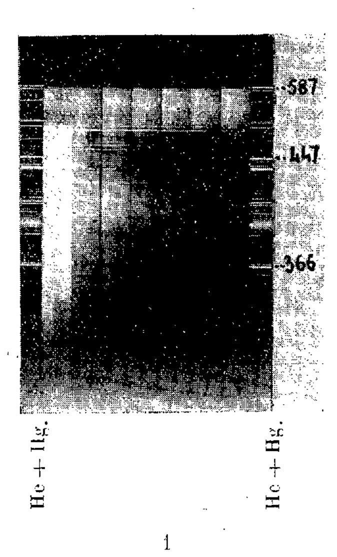
Ce pigment n'apparaît que lorsque la croissance commence à se ralentir et que la température se trouve au voisinage de 25°. Il se forme, surtout, en abondance sur géloses de Gorodkowa et de Sabouraud et diffuse dans la gélose à laquelle il confère une teinte jaune. Il se répand aussi dans le liquide des renflements des tubes Roux quand on cultive le Champignon sur tranches de carotte. A l'examen microscopique, le pigment n'apparaît que dans les filaments qui ont arrêté leur croissance et qui ne contiennent pas du glycogène; il fait toujours défaut dans les sporanges et les spores. Il est localisé dans les vacuoles auxquelles il donne une belle couleur jaune. Fréquemment il y cristallise sous forme, soit de longues aiguilles disposées en faisceaux ou entrecroisées, soit, parfois, de gros sphérocristaux (*fig.* 2).

Le pigment ne présente pas les réactions microchimiques des composés phénoliques par le perchlorure de fer, l'acide chromique, le bichromate de potassium et l'acide osmique. Les vacuoles qui le renferment prennent en coloration vitale par le bleu de crésyle une teinte verte qui tranche avec la teinte violacée des vacuoles qui en sont toujours dépourvues, mais ce virage n'est pas l'indice d'une acidité du suc vacuolaire, car, par le rouge neutre, les vacuoles dépourvues de pigment se colorent en rouge cerise, alors que les vacuoles qui contiennent le pigment se teintent en rouge orangé. Il s'agit donc, simplement, dans les deux cas, d'une superposition du pigment et du colorant. Le pigment disparaît sous l'action des acides et des alcalis. Par le réactif iodo-ioduré, les cristaux du pigment prennent une coloration vert foncé et le pigment dissous dans le suc vacuolaire forme de nombreux sphérocristaux de même couleur; puis les cristaux se dissolvent et la coloration disparaît.

Le pigment présente une belle fluorescence verte sous l'influence des rayons ultraviolets : celle-ci se manifeste, soit dans la culture, soit dans la solution aqueuse du pigment, soit sous le microscope dans le pigment à l'état de solution dans la vacuole. Cette fluorescence est analogue à celle

que donnent les flavines découvertes dans la levure de bière par Warburg et étudiées ensuite par de nombreux auteurs. Comme les flavines, il est très soluble dans l'eau, un peu moins dans l'alcool, insoluble dans l'éther et le chloroforme, et précipite partiellement par l'acétate de plomb. Sa fluorescence est conservée intégralement quand on ajoute à la solution du formol ou de l'iode.

Si l'on ajoute à la solution aqueuse du pigment contenue dans un tube à essai une trace d'hydrosulfite de soude, on constate la décoloration de la





1 2

1, spectrogramme d'absorption de la solution aqueuse du pigment jaune d'*E. Ashbyii*; 2, portions de filaments du Champignon montrant des cristaux du pigment dans les vacuoles (B en lumière polarisée).

solution et la disparition de la fluorescence. En agitant le tube à l'air, la teinte jaune et la fluorescence réapparaissent. C'est là un caractère très important des flavines.

Une solution alcaline du pigment de pH = 8,8 présente une belle fluorescence verte. L'addition goutte à goutte, dans cette solution, de la liqueur normale de soude, provoque la diminution, puis la disparition de la fluorescence verte qui fait place à une fluorescence bleue. L'addition goutte à goutte de la solution normale de HCl fait réapparaître la fluorescence verte. Une solution acide de pH = 3 offre une fluorescence verte typique. Si l'on y ajoute goutte à goutte de la solution normale de HCl, la fluorescence pâlit, puis disparaît remplacée par une fluorescence bleue. L'addition de la liqueur normale de soude ramène la fluorescence verte. Or, pour les

flavines, la fluorescence est constatée entre pH = 3 et pH = 9; au-dessus et au-dessous de ces pH, la fluorescence diminue beaucoup, puis passe au bleu et ces virages sont reversibles.

En irradiant par les rayons ultraviolets pendant 1 heure et demi environ, une solution aqueuse alcaline du pigment, puis en agitant la solution avec du chloroforme après acidification, le chloroforme se colore en jaune et présente une belle fluorescence verte. Après la même opération répétée avec une solution non irradiée, on constate que le chloroforme ne dissout pas le pigment. C'est encore une propriété très curieuse et très spécifique des flavines : si l'on soumet à l'irradiation ultraviolette une solution alcaline de flavine, on peut, après acidification, extraire avec le chloroforme un pigment, la lumiflavine, tout à fait analogue par sa couleur et sa fluorescence à la flavine primitive, mais qui, en milieu acide, est soluble dans le chloroforme contrairement à la flavine. Enfin comme les flavines, le pigment en solution acide minéral normale peut être facilement adsorbé par la terre d'infusoires et extrait de cet adsorbant par le mélange pyridine-méthanol-eau, utilisé dans les purifications de flavines.

Avec un spectrographe permettant d'étudier seulement le visible et le très proche ultraviolet (jusqu'à 3600 A, environ), le pigment se comporte encore comme une flavine : on observe avec la solution aqueuse du pigment de l'*Eremothecium* une bande dans le visible d'axe variant de λ 444 à 447 suivant les spectrogrammes et une autre bande dans l'ultraviolet débutant vers λ 390 (*fig.* 1). Les flavines présentent, on le sait, une bande dans le visible d'axe environ 445 et une bande dans le proche ultraviolet d'axe λ 370 qui commence précisément vers λ 390.

Tous ces caractères permettent donc d'identifier le pigment de l'*Eremothecium* au groupe des flavines qui comprend les flavoprotéines et les flavines types et de le considérer parmi ces dernières, étant donné qu'il est parfaitement dialysable en sac de collodion.

Nous avons d'ailleurs comparé le pigment de l'*Eremothecium* avec la lactoflavine extraite à l'état de pureté dont M. Karrer a eu l'obligeance de nous envoyer un échantillon. Nous avons pu constater que les caractères des deux pigments étaient les mêmes. Toutefois, nous n'avons pu retrouver sur la lactoflavine la formation de cristaux verts, par l'iode, constatée dans les vacuoles du Champignon.

Nous avons trouvé dans l'*Ashbya Gossypii*, Champignon très voisin de l'*Eremothecium*, un pigment jaune qui présente exactement les mêmes caractères que celui de ce dernier, mais qui ne se forme qu'en beaucoup

moins grande abondance et n'est visible, macroscopiquement et microscopiquement, que dans les vieilles cultures sur moût de bière gélosé.

Il est probable que ce pigment joue un rôle important dans le métabolisme de ces Champignons comme accepteur d'hydrogène. Il est très curieux de constater l'accumulation considérable de ce pigment dans l'*Eremothecium*. Il n'a pas été signalé, jusqu'ici, à notre connaissance, de cas où il y ait production d'autant de flavines.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'enroulement de la variété de Pomme de terre* Belle de Juillet. Note de M. **Julien Costantin**.

Depuis 1929, j'ai constaté, avec mes collaborateurs, MM. Lebard et Magrou, l'extrême diffusion, surtout dans le nord de la France, de l'enroulement, une des dégénérescences de la Pomme de terre.

La variété *Belle de Juillet* (1) est très gravement malade en France, car tous les tubercules du commerce contiennent *toujours le virus de l'enroulement* (2). Théoriquement la purification paraît possible, néanmoins la sélection (par arrachage des plantes malades) conduit évidemment à un échec constant; la purification est, au contraire, possible avec beaucoup d'autres variétés, malheureusement elles se recontaminent très vite.

Le rendement de *Belle de Juillet* est très médiocre en plaine et aux basses altitudes (560^m), il se relève à 1400^m (3).

Belle de Juillet saine m'étant inconnue, j'ignore ce qu'elle pourrait produire en montagne. Il est vrai qu'on sait que le *rendement des variétés saines est toujours supérieur* à celui des types correspondants dégénérés (4).

Je me suis proposé depuis 1930 d'étudier particulièrement *Belle de Juillet* enroulée. Je mentionnerai ici les constatations faites en 1934 et 1935 à deux altitudes dans les Pyrénées.

En 1934, les symptômes de l'enroulement ont été constatés dans ces deux stations (comme ils avaient été constamment observés depuis 1930 jusqu'à 1935 à Fontainebleau).

---

(1) Obtenue en Allemagne par W. Paulsen (en 1880); elle est *toujours enroulée depuis* 55 *ans*, ce qui est singulier.

(2) Presque partout en Europe, notamment en Allemagne, *Juli* est enroulée; cependant, mais rarement, on rencontre en Allemagne des pieds mosaïqués (mais sans enroulement). Il en existe de cette catégorie également dans le Grand Duché de Luxembourg.

(3) *Comptes rendus* **198**, 1934, p. 26.

(4) J. Costantin et P. Lebard, *C. R. Acad. Agric.*, **16**, 1930, p. 1006.

J'indique ici les constatations inattendues faites en 1935 dans les Pyrénées.

Station du Peyras (1400^m^).

Observation faite le 24 septembre 1935. Plantation des tubercules le 29 avril; arrachage le 9 octobre.

Tubercules.	Récolte de 1934 fut faite :	Symptômes pathologiques.	Rendement au pied.
F nº 1 (1 tubercule)....	au Peyras	Un pied à trois tiges vertes, *sans enroulement* ni mosaïque (1).	210^g^
F nº 3 (2 tubercules)...	id.	Deux pieds avec les dernières feuilles vertes, d'autres sèches, *sans enroulement* (2).	250 350
H nº 1 (1 tubercule)...	à Bagnères	Un pied sec (3).	180
H nº 2 (1 tubercule)...	id.	Un pied à feuilles plates, *sans enroulement;* une feuille mosaïque; deux tiges bien vertes (3).	250

Station de Bagnères-de-Bigorre (560^m^).

Observation faite le 24 septembre 1935. Plantation des tubercules le 30 avril; arrachage le 16 octobre.

Tubercules.	Récolte de 1934 fut faite :	Symptômes pathologiques.	Rendement au pied.
F nº 1 (3 tubercules)..	au Peyras	Trois pieds en végétation *sans enroulement;* feuilles crispées par frisolée.	200^g^ 200 100
F nº 3 (1 tubercule)...	id.	Un pied *sans enroulement;* végétation rabougrie, entre-nœuds courts, mosaïque.	200
H nº 1 (1 tubercule)...	à Bagnères	Un pied *avec enroulement.*	150
H nº 2 (2 tubercules)..	id.	Un pied sec. Un deuxième pied *avec un peu d'enroulement* sur la jeune tige (4).	60 400

(1) Le 18 août M. Dufrenoy a inspecté ce pied et l'a signalé comme sain (?)

(2) Le 18 août, les deux pieds étaient vigoureux *sans enroulement*, mais avec le virus aucuba mosaïque.

(3) Le 18 août, ces pieds *sans enroulement* présentaient aucuba mosaïque et frisolée (deux virus différents de celui de l'enroulement).

(4) On voit que, le plus souvent, les plantes non enroulées ont un rendement plus élevé. Il y a cependant une exception : H nº 2 de Bagnères (400^g^) pour le pied dont les jeunes tiges sont un peu enroulées. Ce pied énigmatique devra être suivi attentivement en 1936.

Tant que *Belle de Juillet* est atteinte d'enroulement, les symptômes des autres virus de dégénérescence (mosaïque, frisolée, aucuba mosaïque) n'apparaissent pas. Le virus de la mosaïque, celui de la frisolée ou celui de l'aucuba mosaïque doivent déplacer et éliminer le virus de l'enroulement.

On sait qu'une pareille élimination par la mosaïque se produit de temps à autre, mais rarement, en Allemagne et dans le Luxembourg. Certainement ces pieds mosaïqués n'ont *jamais donné des pieds sains* (pas plus que les pieds enroulés).

Il est à remarquer que le pied F. n° 1 de la station de Peyras (en 1935) ne présente ni enroulement ni mosaïque, *il est sain*. Personne depuis 1880 (époque de la création de *Belle de Juillet*, c'est-à-dire depuis 55 ans) n'a rencontré un pied semblable.

Résultats. — 1° Il découle de ce qui précède que le climat de 1400^m s'exerçant pendant une première année (en 1934) sur des pieds issus de tubercules venant de la plaine (où la plante était enroulée depuis toujours) sont restés enroulés. Maintenus une seconde année à 1400^m (en 1935), *l'enroulement a disparu* sans apparition de mosaïque (F. n° 1 et F. n° 3 en tout trois pieds) et *sans sélection* par la seule action de l'altitude.

2° *L'enroulement disparaît également* dans les deux cas différents suivants :

a, première culture à 560^m (en 1934), deuxième culture à 1400^m (en 1935).

b, première culture à 1400^m (en 1934), deuxième culture à 560^m (en 1935).

Mais dans ces cas les virus de mosaïque, frisolée peuvent apparaître.

3° *L'enroulement persiste* quand on cultive deux années de suite à 560^m et alors il n'y a ni mosaïque ni un autre virus (enroulement en 1934 et 1935).

La disparition des symptômes de l'enroulement indique-t-elle que le virus n'existe plus? On ne pourra l'affirmer avec certitude que par une nouvelle culture d'épreuve. Mais cette hypothèse est rendue probable puisque la productivité a remonté.

Si l'altitude (de 1400^m) fait disparaître l'enroulement, on comprend que M. R.-G. Newton ait constaté, dès 1923, que les *hautes latitudes* de la Colombie britannique agissent de même sur la *mosaïque* : en *quatre années, sans sélection*, une variété mosaïquée à 100 pour 100 a été purifiée par lui. Personne n'a d'ailleurs compris la grande importance de cette expérience que tout le monde a paru ignorer.

Les résultats de M. Newton amènent à penser que la variété *Belle de Juillet* toujours enroulée et existant partout en France, en Allemagne et en Europe est *contaminée aussi à* 100 *pour* 100 et c'est l'explication de l'impossibilité de la purifier.

Il y a lieu de croire que les faits qui viennent d'être exposés ont une *portée générale. Les hautes altitudes ou latitudes doivent donc être recommandées pour assainir les variétés toujours enroulées ou toujours mosaïquées.*

Ils permettent d'expliquer pourquoi la productivité de la Pomme de

terre est bien plus grande au Canada qu'aux États-Unis (influence des hautes latitudes). Si, pour la délivrance des certificats phytopathogiques de non-dégénérescences, les inspecteurs sont beaucoup plus sévères dans le premier pays que dans le second, la raison découle des observations faites sur *Belle de Juillet*.

D'autre part, on comprend de la même manière l'absence des maladies à virus dans les cultures montagnardes faites depuis plus de 100 ans par les indigènes du Maroc. C'est M. Miège (¹) qui a établi ce point à la suite d'une longue enquête entreprise sur sa demande et la mienne par les commandants de cercle et les officiers de renseignements.

En terminant je ferai trois remarques.

1° *Nombre des variétés malades à* 100 *pour* 100. — On savait bien que *Belle de Juillet* était très fréquemment enroulée, mais personne n'a dit qu'elle l'était à 100 pour 100. La question étudiée dans cette Note est donc nouvelle pour les cas d'enroulement. De 1920 à 1923 M. Newton, puis en 1927-1928 M. Woowilliams ont étudié les variétés canadiennes mosaïquées à 100 pour 100. Il y a certainement beaucoup d'autres variétés ainsi malades, mais personne ne le soupçonne, parce que cette question n'a jamais été étudiée jusqu'ici.

2° *Comment naissent-t-elles* ? C'est en 1880 que W. Paulsen a obtenu *Belle de Juillet*, mais il n'a pas dit qu'elle était malade à 100 pour 100, il ne l'a pas su certainement. On a dit que cet obtenteur avait obtenu beaucoup de variétés également très enroulées. Il est probable, que les champs d'expérimentation où ses nouveautés prenaient naissance étaient des lieux bas où pullulaient les pucerons qui devaient contaminer sans qu'il le sache tous les pieds de ses variétés nouvelles.

3° *Virulence des variétés dégénérées à* 100 *pour* 100. — On évalue souvent la virulence avec ce dernier caractère. Cette confusion est inadmissible. Si le virus inoculé à une nouveauté est prélevée sur une variété ancienne à virulence faible, la variété nouvellement apparue pourra, bien qu'ayant ses pieds tous et toujours malades, ne renfermer qu'un virus faible. On ne doit donc pas confondre le pourcentage des pieds malades avec la virulence, comme on le fait très souvent. C'est le *rendement au pied* qui est caractéristique de cette dernière et renseigne seul sur l'intensité de la maladie.

Conclusion. — Non seulement l'altitude de 1400^{m} ou les hautes latitudes diminuent la virulence des dégénérescences, mais elles peuvent les faire disparaître en deux années l'enroulement et en quatre années la mosaïque; ce sont d'ailleurs les maladies à virus les plus répandues de beaucoup en France.

(¹) E. Miège, *Rev. de Bot. appl.*, 15, 1935, n° 169, p. 673 à 681 (une carte). Voir aussi Costantin, *C. R. Acad. Agric.*, 21, 1935, p. 932.

M. **Charles Maurain** fait hommage à l'Académie de son Ouvrage *Magnétisme terrestre* ([1]), où il s'est efforcé de présenter succinctement l'évolution des recherches et le développement des connaissances relatives au magnétisme terrestre.

M. **Julien Costantin** fait hommage à l'Académie :

1° D'une publication de lui qui vient de paraître dans *La Nature* (n° 2965, 15 novembre, p. 433 à 440 avec 14 photogravures), intitulée *Les prodigieuses créations de l'art horticole : les hybrides des Orchidées tropicales*.

Le premier hybride élevé de graines (sur le *Sophagnum* de la plante mère) a été obtenu en 1856. Le premier *Cypripedium* hybride a fleuri en 1869; en 1912, il y en avait 650 nouveaux et aujourd'hui 1500. Dans 50 ans, on comptera certainement, pour toute la famille des Orchidées, 50 000 hybrides obtenus par l'habileté des horticulteurs. C'est un bouleversement de la Nature qui mérite de fixer l'attention de tous ceux qui pensent.

Les cultures asymbiotiques (sans Champignons) ont suscité des détracteurs à Noël Bernard; mais c'est lui qui a su les réaliser le premier, et cela n'a pas ébranlé sa croyance à la symbiose.

A l'heure actuelle, les plus habiles praticiens préconisent pour l'élevage des hybrides : d'abord une culture asymbiotique, puis une culture symbiotique.

Cette technique scientifique a été simplifiée et rendue pratique : elle donne des résultats merveilleux. Elle a été exposée avec précision et clarté dans le 11e fascicule (que j'offre à l'Académie) de mon *Atlas des Orchidées* (qu'on peut obtenir séparément) : cet Atlas renferme 30 planches en couleurs représentant plus de 1000 espèces.

2° Du Volume I de son Ouvrage *Les Orchidées cultivées, leur description* dont le troisième fascicule vient de paraître.

M. **Léon Guillet** fait hommage à l'Académie du *Bulletin* de la session de 1935 *de l'Association Technique Maritime et Aéronautique*.

Ce Bulletin reproduit le texte et la discussion de vingt-huit communications, dont certaines très importantes, sur la fatigue des métaux, les moteurs d'aviation à huiles lourdes, la corrosion des aciers, la stabilisation des navires, etc.

([1]) *Actualités scientifiques et industrielles,* Paris, 1935, 63 pages.

NOMINATIONS.

MM. **Émile Borel** et **Charles Achard** sont élus membres du *Conseil supérieur de Statistique*, réorganisé par décret du 30 octobre 1935.

M. **Louis Blaringhem** est désigné pour représenter l'Académie à la séance que tiendra, le 6 décembre 1935, au Muséum d'Histoire naturelle, la Société de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France pour célébrer la mémoire du Professeur Millardet et le Cinquantenaire de la *Bouillie bordelaise*, que ce savant a inventée en 1885.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie en remplacement de M. *Louis Joubin*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 60,

M. Charles Pérez	obtient...............	28 suffrages
M. Raoul Anthony	»	20 »
M. Paul Wintrebert	»	5 »
M. Étienne Rabaud	»	3 »
M. Émile Roubaud	»	2 »

Il y a 2 bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, le nombre de votants étant 59,

M. Charles Pérez	obtient...............	39 suffrages
M. Raoul Anthony	»	20 »

M. **Charles Pérez**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

TOPOLOGIE. — *Contribution à la théorie de la dimension.*
Note de M. **Karol Borsuk**, présentée par M. Émile Borel.

Un des problèmes principaux de la théorie de la dimension de P. Alexandroff (1) se laisse formuler de la manière suivante :

Caractériser par des notions de la topologie générale une classe d'espaces pour lesquels toutes les dimensions modulaires coïncident avec la dimension au sens de Menger-Urysohn et qui serait assez vaste pour enfermer tous les polyèdres.

La propriété (Δ) que j'introduis dans cette Note caractérise parmi les espaces compacts une classe satisfaisant à ces conditions.

Définition. — *L'espace métrique $\mathfrak{M}$ jouit au point $p \in \mathfrak{M}$ de la propriété (δ), lorsque tout entourage $\mathfrak{U}$ de p contient un entourage $\mathfrak{U}_0$ de p tel que chaque ensemble compact $A \subset \mathfrak{U}_0$ se laisse contracter* (2) *dans un sous-ensemble de dimension $\leqq \dim A + 1$ de $\mathfrak{U}$. L'espace métrique jouit de la propriété (Δ), lorsqu'il jouit de la propriété (δ) en chacun de ses points.*

Tout espace jouissant de la propriété (Δ) est, bien entendu, localement contractile (2), mais non réciproquement. Ainsi par exemple $\mathfrak{A}(2; 3)$ que je viens de construire récemment (3) est localement contractile, sans jouir de la propriété (Δ).

Théorème I. — *Tous les polyèdres jouissent de la propriété* (Δ).

Chaque point d'un polyèdre P admettant des entourages polyédriques et contractiles en soi aussi petits que l'on veut, il n'y a qu'à démontrer que chaque sous-ensemble fermé A d'un polyèdre P contractile en soi se laisse contracter dans un ensemble $E \subset P$ tel que $\dim E \leqq \dim A + 1$. Or, on démontre sans peine cette dernière proposition en appliquant à l'espace des fonctions continues transformant le « cône ayant pour base l'ensemble A » en sous-ensembles de P et se réduisant à l'identité sur A, le

(1) Voir P. Alexandroff, *Math. Ann.*, **106**, 1932, p. 161-238. Cf. aussi *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, **11**, 1932, p. 283-298. Je me sers dans la suite de la terminologie de cette dernière Note.

(2) Au sens de ma Note des *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 952.

(3) *Fund. Math.*, **24**, 1935, p. 255.

théorème bien connu de R. Baire sur les ensembles de la première catégorie.

THÉORÈME II. — A *étant un espace compact et* $\mathfrak{M}$ *un espace compact jouissant de la propriété* (Δ), *les fonctions continues transformant* A *en sous-ensembles de dimensions* $\leqq \dim A$ *constituent un ensemble dense dans l'espace* $\mathfrak{M}^A$ *des transformations continues de* A *en sous-ensembles quelconques de* $\mathfrak{M}$.

En s'appuyant sur le *Überführungsatz* de P. Alexandroff, on réduit la démonstration de ce théorème au cas où A est un polyèdre. Dans ce cas particulier la démonstration se laisse obtenir par induction (par rapport à la dimension de A).

THÉORÈME III. — *Pour tous les espaces* $\mathfrak{M}$ *de dimension finie, compacts et jouissant de la propriété* (Δ), *toutes les dimensions modulaires coïncident avec la dimension au sens de Menger-Urysohn.*

Posons $n = \dim \mathfrak{M}$ et admettons que $\mathfrak{M}$ est situé dans un espace euclidien $\mathcal{R}$. $\mathfrak{M}$ étant localement contractile, il existe (¹) une fonction $\tau(x)$ rétractant un certain entourage $\mathfrak{U}$ de $\mathfrak{M}$ en $\mathfrak{M}$. En s'appuyant sur le théorème (²) d'après lequel la dimension au sens de Menger-Urysohn coïncide avec la dimension à module variable, on constate qu'il existe dans $\mathfrak{U}$ un complexe géométrique (³) n-dimensionnel Q contenant un complexe algébrique (modulaire) à n dimensions $\varkappa$ tel que le vrai cycle (²) (modulaire) de $\mathfrak{M}$ à $n-1$ dimensions, en lequel $\tau(\varkappa)$ transforme la suite des décompositions barycentriques du cycle-frontière $\dot{\varkappa}$ de $\varkappa$ est essentiel (²). Or, on peut admettre (par raison du théorème II) que $\tau(x)$ transforme le polyèdre-somme de tous les simplexes de dimension $< n$ de Q en un sous-ensemble de dimension $< n$ de $\mathfrak{M}$. Il en résulte sans peine qu'il existe un simplexe (orienté) σ de Q à n dimensions tel que le vrai cycle $(n-1)$-dimensionnel Γ de $\mathfrak{M}$ en lequel $\tau(x)$ transforme la suite des décompositions barycentriques du cycle-frontière $\dot{\sigma}$ de σ est essentiel. Γ constituant un vrai cycle module O et étant homologue à zéro dans $\mathfrak{M}$, on conclut que la dimension module O de $\mathfrak{M}$ est $\geqq n$. La démonstration que les autres dimensions modulaires sont $\geqq n$ est un peu plus compliquée.

(¹) Voir K. BORSUK, *Fund. Math.*, **19**, 1932, p. 240.

(²) P. ALEXANDROFF, *loc. cit.*

(³) C'est-à-dire Q est un polyèdre décomposé en simplexes. On dit qu'un complexe algébrique γ est contenu dans Q, lorsque la réalisation géométrique de chacun des simplexes de γ est un simplexe de Q.

GÉOMÉTRIE. — *Système bimétrique dual.*
Note de M. **P. Rachevsky**, présentée par M. Élie Cartan.

Il est supposé que le lecteur connaît ma Note précédente [1]. En citant les formules de cette Note, nous ferons suivre leur numéro du signe 1.

1. *Système dual.* — Notre but essentiel est d'étudier un système dual. Nous entendons sous ce mot un cas particulier très remarquable du système bimétrique, celui notamment où $P_1 = P_2 = Q_1 = Q_2 = 0$; les équations de structure $(7)_1$ prennent alors la forme semblable à $(2)_1$,

$$(1)\qquad \underset{0}{\omega}' = [\underset{1}{\omega}\underset{2}{\omega}],\qquad \underset{1}{\omega}' = K_2(x, y, z)[\underset{2}{\omega}\underset{0}{\omega}],\qquad \underset{2}{\omega}' = -K_1(x, y, z)[\underset{1}{\omega}\underset{0}{\omega}].$$

En ce cas :

1° Les lignes géodésiques de la métrique $(3)_1$ sont les lignes nulles de la métrique $(4)_1$ (et inversement);

2° La mesure des angles $d\theta_2$ dans la métrique $(4)_1$ est *conforme* à celle des longueurs ds_1 dans la métrique $(3)_1$ (et inversement).

Voici ce que nous entendons par là : en passant à un système spécial de coordonnées où la mesure des longueurs ds_1 prend la forme de Finsler

$$(2)\qquad ds_1 = \mathcal{L}_1(x, y, y')\,dx,$$

on obtient en même temps, pour mesurer les angles $d\theta_2$, la forme

$$(3)\qquad d\theta_2 = \varphi_1(x, y)\,\mathcal{L}_1(x, y, y')\,dx;$$

c'est-à-dire ds_1 et $d\theta_2$ deviennent simultanément des formes de Finsler différant l'une de l'autre par un multiplicateur $\varphi_1(x, y)$ qui ne dépend que du point. En même temps $\varphi_1 = \sqrt{\mathcal{K}_1}$.

Cette propriété est nécessaire et suffisante pour que le système bimétrique soit dual.

2. *Théorème des sinus.* — Nous appellerons triangle une figure formée par trois segments $S_1^{(1)}$, $S_1^{(2)}$, $S_1^{(3)}$ de lignes nulles de la métrique $(4)_1$ et par trois segments $S_2^{(1)}$, $S_2^{(2)}$, $S_2^{(3)}$ de lignes nulles de la métrique $(3)_1$ donnée dans l'ordre cyclique

$$S_1^{(1)},\quad S_2^{(3)},\quad S_1^{(2)},\quad S_2^{(1)},\quad S_1^{(3)},\quad S_2^{(2)},$$

l'élément final (x, y, z) du segment précédent coïncidant toujours avec

(1) *Comptes rendus*, 21, 1935, p. 201.

l'élément initial du suivant. Nous désignerons aussi par $S_1^{(i)}$ les longueurs des segments $S_1^{(i)}$ calculées d'après la métrique $(3)_1$ et par $S_2^{(i)}$ celles des segments $S_2^{(i)}$ calculées d'après la métrique $(4)_1$.

Alors, pour le cas où $S_1^{(i)}, S_2^{(i)} (i=1, 2, 3)$ sont infiniment petits, on aura les relations

$$S_1^{(i)}S_2^{(j)}=S_1^{(j)}S_2^{(i)}+\varepsilon^{ij} \qquad (i, j=1, 2, 3), \tag{4}$$

où ε^{ij} sont des infiniment petits du quatrième ordre. En les négligeant, on trouve les proportions

$$S_1^{(1)}:S_2^{(1)}=S_1^{(2)}:S_2^{(2)}=S_1^{(3)}:S_2^{(3)}. \tag{5}$$

3. *Mesure des aires.* — Considérons un domaine G, limité par un contour Γ, dans une multiplicité à deux dimensions de lignes nulles de la métrique $(3)_1$. Fixons, sur chacune de ces lignes, un élément (x, y, z) arbitraire. Nous obtiendrons un domaine à deux dimensions $\overline{G}$, limité par un contour $\overline{\Gamma}$, dans la multiplicité x, y, z. Formons l'intégrale étendue à ce domaine

$$S_1=\iint_{\overline{G}}\begin{bmatrix}\omega\,\omega\\ {}_0\ {}_1\end{bmatrix}. \tag{6}$$

La valeur de S_1 ne dépend que du domaine G et non pas du choix de (x, y, z) sur les lignes nulles. Nous appellerons S_1 l'aire du domaine G dans la multiciplicité des lignes nulles de la métrique $(3)_1$.

4. *Théorème de Gauss-Bonnet.* — Formons l'intégrale étendue au contour $\overline{\Gamma}$ de la forme linéaire $\underset{2}{\omega}$; pour cette intégrale, on a l'égalité

$$\oint_{\overline{\Gamma}}\underset{2}{\omega}=\iint_{\overline{G}}K_1\begin{bmatrix}\omega\,\omega\\ {}_0\ {}_1\end{bmatrix}. \tag{7}$$

Le premier membre de cette égalité ne dépend que du contour Γ et coïncide avec sa longueur d'après la métrique $(4)_1$. Quant à l'intégrale du second membre, on peut la rapporter immédiatement au domaine G des lignes nulles, car $\begin{bmatrix}\omega\,\omega\\ {}_0\ {}_1\end{bmatrix}$ est un élément de l'aire dS_1 dans ce domaine, et K_1 une fonction d'une ligne nulle. On obtient

$$\Phi_\Gamma\, ds_2=\int\int_G K_1\, dS_1. \tag{8}$$

Il est bien entendu que dans la multiplicité des lignes nulles de la métrique $(4)_1$ un théorème parfaitement dual a lieu.

5. *La géométrie intérieure d'une surface arbitraire* peut être considérée

comme un cas particulier du système dual (1), que nous obtenons en posant $K_2 = 1$. En ce cas, ds_1 est identique à la forme fondamentale de Gauss pour les longueurs sur une surface; les angles, sur cette surface, sont aussi mesurés par ds_2 de la façon habituelle; quant à la quantité K_1, elle coïncide avec la courbure gaussienne. Toutes les autres notions que nous introduisons coïncident avec les notions habituelles.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Couples stratifiables attachés aux surfaces dont les asymptotiques appartiennent à des complexes linéaires.* Note de M. **Serge Finikoff.**

1. Soit $M_1M_2M_4M_3$ un quadrilatère gauche mobile dépendant des deux paramètres u, v, dont les côtés touchent les surfaces décrites par les sommets. *Si les deux couples de côtés opposés* M_1M_2, M_3M_4 *et* M_1M_3, M_2M_4 *engendrent deux couples de congruences stratifiables conjugués, on sait que les diagonales* M_1M_4, M_2M_3 *engendrent un couple de même nature.* M. Pantazzi a signalé une solution particulière [1], où *les surfaces* (M_i) *ont toutes leurs asymptotiques appartenant chacune à un complexe linéaire*; M. Buchin Su [2] a aussi étudié ces surfaces, que nous désignerons par la lettre S.

2. *Les diagonales* M_1M_4, M_2M_3 *sont les directrices de Wilczinski de chaque surface* (M_i); *les surfaces qui stratifient les couples* (M_1M_2, M_3M_4) (M_1M_3, M_2M_4) *sont* S *également et leurs directrices de Wilczinski coïncident avec les rayons des congruences qu'elles stratifient.* Voici une propriété, signalée par M. Pantazzi, qui est caractéristique des congruences (M_iM_k) qui entrent en jeu : *elles réalisent par leurs intersections avec une quadrique* Q *une transformation simultanément de Ribaucour et de Kœnigs-Moutard.* Cette quadrique fait partie de toutes les familles de surfaces Σ qui stratifient un couple de congruences de la configuration.

3. Or, si u, v sont les paramètres des asymptotiques qui se correspondent sur toutes les surfaces (M_i) et Σ, la configuration est déterminée par le système (U fonction de u, V de v, et R constante arbitraire) :

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{ll} M_{1u} = UM_2 + M_3, & M_{1v} = VM_2 - M_3, \\ M_{2u} = UM_1 + M_4, & M_{2v} = VM_1 + M_4, \\ M_{3u} = RM_1 - UM_4, & M_{3v} = -RM_1 + VM_4, \\ M_{4u} = RM_2 - UM_3, & M_{4v} = RM_2 + VM_3. \end{array}\right.$$

(1) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1668.

(2) Tohoku, *Math. Journal*, 40, 1935, p. 408-433; 41, 1935, p. 1-203.

En coordonnées locales, relatives au tétraèdre $M_1M_2M_3M_4$ le quadrique Q a pour équation

$$x_1^2 - x_2^2 - Rx_3^2 + Rx_4^2 = 0.$$

Or deux tangentes menées par exemple du point M_1 à la conique $x_1^2 = x_2^2 + Rx_3^2$ la touchent en des points situés sur l'arête M_2M_3; *la correspondance établie entre* (M_1) *et* (Q) *conserve les asymptotiques; les congruences engendrées par ces deux tangentes sont donc* W *et réalisent les deux transformations asymptotiques de la surface* S *en quadrique*, signalées par M. Fubini dans son *Traité de Géométrie projective différentielle* (édition italienne, t. I, p. 275). M. Buchin Su a montré d'autre part (*loc. cit.*) que *cette quadrique enveloppe les quadriques de Lie de* S *et touche chaque quadrique en* 4 *points.*

4. Donc *chaque quadrique de Lie attachée aux points des* 4 *nappes focales* (M_i) *touche une quadrique fixe* Q. Or, si l'on joint les foyers des diagonales M_1M_4, M_2M_3, on obtient une configuration de même nature. D'autre part $(N_1) = (M_1 + \lambda M_2)$ et $(N_2) = (M_3 + \mu M_4)$ étant deux surfaces Σ du couple $(M_1M_2,\ M_3M_4)$ les surfaces $(N_3) = (\mu M_3 + M_4)$, $N_4 = (\lambda M_1 + M_2)$ sont aussi deux surfaces Σ et le tétraèdre de sommets N_i décrit une nouvelle configuration de la même espèce. *Toutes les surfaces obtenues par ces deux procédés ont pour enveloppe de leurs quadriques de Lie la même quadrique* Q, *qui porte également toutes les droites de Demoulin de ces surfaces.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les droites* $\bar{J}$ *et les points singuliers des fonctions représentées par les séries de Dirichlet.* Note de M. **Szolem Mandelbrojt**, présentée par M. Jacques Hadamard.

On sait que l'analogie entre la distribution des droites J et celle des points singuliers subsiste lorsqu'on considère les séries de Dirichlet. Il faut alors substituer aux droites J les droites $\bar{J}$; $f(s)$, représentée par une série de Dirichlet, admet la droite $t = t_0 (s = \sigma + it)$ comme droite $\bar{J}$, si dans toute bande $t_1 < t < t_2$ contenant la droite $t = t_0$, cette fonction prend une infinité de fois toutes les valeurs, sauf au plus une. Une droite $\bar{J}$ de $f_1(s) = \Sigma a_n e^{-ns}$ devient, après la transformation $z = e^{-s}$, une droite J pour $F(z) = \Sigma a_n z^n$.

Notre théorème I contient implicitement des résultats concernant

les uns les droites $\bar{J}$ et les autres les points singuliers. Ce théorème, d'ailleurs implicitement contenu dans notre travail en collaboration avec M. Gergen [1] prouve que les deux classes de théorèmes constituent deux formes différentes d'un seul phénomène.

I. THÉORÈME FONDAMENTAL. — *Soit $f(s)$ une fonction définie par la série $\Sigma d_n e^{-\lambda_n s}$, vérifiant la condition*

$$\overline{\lim} \frac{\lambda_n}{n} \geqq G > 0. \tag{1}$$

Si $f(s)$ est holomorphe [2] *dans le cercle* $C(s_1, \varepsilon)$ *de centre s_1 et de rayon* $A(G, \varepsilon) = \pi(1+\varepsilon)/G\ (\varepsilon > 0,\ s_1 = \sigma_1 + it_1)$ *et vérifie dans ce cercle l'inégalité* $|f(s)| < M$, *l'inégalité suivante a lieu pour toutes les valeurs $j\ (j = 1, 2, \ldots)$:*

$$\lambda_j \sigma_1 > \log|d_j| + l_j - \log(K_\varepsilon M), \tag{2}$$

K_ε *est une constante positive indépendante de j, de σ_1 et de* M, *et*

$$l_j = \log\left|\lambda_j \prod_n{}' \left(1 - \frac{\lambda_j^2}{\lambda_n^2}\right)\right| \qquad (n \neq j).$$

Par conséquent si $f(s)$ est holomorphe (sans être une constante) dans la bande $|t - t_1| < A(G, \varepsilon)$, on a, en posant

$$M_\alpha = \text{Max}\,|f_\alpha(s)| = \text{Max}\,|f(s - \alpha)|$$

lorsque s varie dans $C(s_1, \varepsilon/2)$, $\lim M_\alpha = \infty\ (\alpha \to \infty)$.

Deux cas sont donc seulement possibles : 1° *la famille $f_\alpha(s)$ n'est pas normale dans* (2); 2° *on a* $\lim|f_\alpha(s)|\ (\alpha \to \infty)$ *uniformément dans* $C(s_1, \varepsilon/2)$.

On a, en définitive, le théorème suivant :

II. *Si* (1) *a lieu, $f(s)$ possède dans toute bande horizontale de largeur* $2\pi/G$: 1° *ou bien un point singulier; ou une droite* $\bar{J}$; 3° *ou alors, lorsque* $\sigma \to -\infty$, *on a uniformément dans la bande* $\lim|f(s)| = \infty$.

$f(s)$ étant une fonction entière, posons

$$M_f(\sigma;\ t_0, t'_0) = \overline{\text{borne}}\,|f(\sigma + it)| \qquad (\sigma \text{ fixe},\ t_0 < t < t'_0),$$
$$M_f(\sigma) = M_f(\sigma;\ -\infty, \infty).$$

---

[1] MANDELBROJT et GERGEN, *Amer. Journ. of Math.*, 53, 1931, p. 1.

[2] On n'envisage que le prolongement de la somme $\Sigma d_n e^{-\lambda_n s}$ (prise pour σ grand suivant les droites horizontales).

La quantité $\rho = \overline{\lim}_{\sigma=-\infty} \log\log M_f(\sigma)/-\sigma$ est appelée l'ordre (R) (de M. Ritt) de $f(s)$. La quantité $\rho_T = \overline{\lim}_{\sigma=+\infty} \log\log M_f(\sigma;\, t_0,\, t'_0)/-\sigma$ sera appelée l'ordre (R) dans la bande $T(t_0 < t < t'_0)$. Si $\underline{\lim}\, \lambda_n/\log n > 0$, on a, d'après M. Ritt, $\overline{\lim} \log|d_n|/\lambda_n \log\lambda_n = -1/\rho$.

En posant, dans le théorème I, 1° $j = n_i$ $(i = 1, 2, \ldots)$, où les n_i sont tels que $\log|d_{n_i}| > -(1+\delta)\lambda_{n_i} \log\lambda_{n_i}/\rho$ $(\delta > 0)$;

2°
$$s_1 = -\frac{(1+2\delta)\log\lambda_{n_i}}{\rho} + it_1,$$

on voit que :

III. *Si* $\underline{\lim}\, \lambda_n/n \geqq G$ *et si* $\underline{\lim}(\lambda_{n+1} - \lambda_n) > 0$, *l'ordre* (R) *de* $f(s)$ *dans chaque bande de largeur* $2A(G, \varepsilon)$ *est égal à l'ordre* (R) *de* $f(s)$ *dans le plan* [car alors $l_n > C\lambda_n$ $(n = 1, 2, \ldots)$].

En employant un théorème de M. Valiron, on tire du théorème III la conclusion suivante :

IV. *Si les conditions de* III *sont vérifiées et si* $\Sigma d_n e^{-\lambda_n s}$ *converge partout,* $f(s)$ *possède une droite* J *dans chaque bande horizontale de largeur* $2\pi/\alpha$, *où* $\alpha = \min(2\rho, G)$.

Les conditions (1) et (3) $\underline{\lim}(\lambda_{n+1} - \lambda_n) = h > 0$ entraînent d'après M. Vl. Bernstein l'inégalité $\underline{\lim}\, l_j/\lambda_j \geqq B = B(G, h) = -3\log(e^6 h^{-1} G)/G$.

(1), (2) et (3) entraînent par conséquent l'inégalité $\sigma_1 \geqq \sigma_A + B$ (où $\sigma_A =$ l'abscisse de convergence de la série; dans nos conditions $\sigma_A = \overline{\lim} \log|d_j|/\lambda_j$); d'où le théorème de M. Ostrowski :

V. *Si* (1) *et* (3) *ont lieu (avec h fixe), il existe une fonction* $\alpha(G) > 0$ *telle que* $\alpha(G) \to 0$ $(G \to \infty)$ *et telle que* $f(s)$ *admet, au moins une singularité dans tout cercle* $|s - s_1| \leqq \alpha(G)$ $(s_1 = \sigma_A + it_1,\ t_1$ *fixe arbitraire*).

Le théorème de MM. Landau-Carlson généralisant aux séries de Dirichlet celui de M. Fabry en est un cas particulier.

Les théorèmes II, III, IV généralisent les théorèmes que nous avons établis en collaboration avec M. Gergen (on supposait, dans les théorèmes qui correspondent à III et IV, $\lim(\lambda_{n+1} - \lambda_n) \geqq G$).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode de Tschebicheff pour l'évaluation approchée des intégrales.* Note de M. **R. O. Kuzmin**, présentée par M. Jacques Hadamard.

La méthode de Tschebicheff est fondée sur l'égalité

$$\int_{-1}^{1} f(x)\,dx = \frac{2}{n}\sum_{m=1}^{n} f(x_m),$$

qui est valable dans tous les cas où $f(x)$ est un polynome de degré n au plus. Les nombres x_m sont les racines du polynome $p_n(z)$ qui est égal à la somme des termes à exposants non négatifs dans le développement

$$(1)\qquad \varphi(z) = e^{\frac{n}{2}\int_{-1}^{1}\log(z-t)\,dt} = z^n + A_1 z^{n-1} + \ldots + A_n + \frac{A_{n+1}}{z} + \frac{A_{n+2}}{z^2} + \ldots,$$

valable pour $|z| > 1$. Il y a intérêt à étudier la distribution des nombres x_m dans le plan de la variable complexe.

A cet égard M. N. S. Bernstein a démontré (¹) que, pour chaque n suffisamment grand, tous les nombres x_m ne peuvent pas se trouver dans l'intervalle $(-1, 1)$. Je démontre que, pour chaque $h > 0$ et pour $n > n_0 = n'_0(h)$, les zéros du polynome $p_n(z)$ ne s'éloignent pas plus que de la distance h du domaine borné par la courbe de la théorie du potentiel logarithmique

$$\int_{-1}^{1} \log|z - t|\,dt = 2\log 2 - 2.$$

La démonstration est fondée sur l'égalité suivante facile à démontrer

$$p_n(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_{|z|=r} \frac{\varphi(z)\,dz}{z - x} \qquad (r > |x|).$$

En supposant que x n'appartient pas à l'intervalle $(-1, 1)$ et appliquant le théorème de Cauchy, on trouve

$$(3)\qquad p_n(x) = \varphi(x) + \frac{1}{\pi}\int_{-1}^{1} \frac{e^{\frac{n}{2}\int_{-1}^{1}\log|z-t|\,dt}}{z - x} \sin\frac{\pi n(1-z)}{2}\,dz.$$

(¹) *Bull. de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S.*, 2, 1932, p. 1919-1927.

Supposons la distance entre le point x et l'intervalle $(-1, 1)$ au moins égale à h. En s'appuyant sur l'inégalité évidente

$$\frac{n}{2}\int_{-1}^{1} \log|z-t|\,dt < n\log\frac{2}{e} - n(1-|z|) \qquad (0<|z|<1),$$

on peut démontrer la formule

$$(4) \qquad \left|\frac{1}{\pi}\int_{-1}^{1} \frac{e^{\frac{n}{2}\int_{-1}^{1}\log|z-t|\,dt}}{z-x}\sin\frac{\pi n}{2}(1-z)\,dz\right| < \frac{2\,e^{n\log\frac{2}{e}}}{\pi n h}.$$

Supposons encore que le point x est extérieur à la courbe (2) et la distance entre x et cette courbe au moins égale à h. Alors on a

$$(5) \qquad |\varphi(x)| = e^{\frac{n}{2}\int_{-1}^{1}\log|z-t|\,dt} = e^{n\log\frac{2}{e}}e^{n\lambda} \qquad (\lambda > 0).$$

Pour n assez grand, la proposition signalée suit immédiatement des formules (3), (4) et (5).

GÉODÉSIE. — *Sur l'intensité de la pesanteur en Algérie, dans le midi de la France et dans l'île de Majorque.* Note de M. **Jean Lagrula**, présentée par M. Georges Perrier.

Les mesures du Tableau I ont été effectuées, durant l'année 1935, au moyen du pendule Holweck-Lejay n° 43.

Les 11 premières stations appartiennent au réseau serré entrepris aux environs d'Alger. On constate une forte anomalie positive sur les hauteurs de la Bouzaréa et le long de la côte, au pied de ce massif : c'est ainsi que, entre les phares de Cap-Caxine et de Cap-Matifou, les anomalies $g''_0 - \gamma'_0$ diffèrent de 30 milligals. Ces résultats sont en accord qualitatif avec les déviations de la verticale observées par les officiers du Service géographique de l'Armée.

Les 13 stations suivantes sont situées en Grande Kabylie. Cette région a été étudiée sur la demande de G. Bétier, directeur du Service de la Carte géologique de l'Algérie. La gravité y admet une distribution régulière, sauf à Bouéra, où l'on observe une forte diminution. Il conviendra de resserrer les stations autour de ce point.

Les 12 dernières mesures, en France et en Espagne, concernent une campagne d'étalonnage, entreprise pour déterminer les deux constantes du

TABLEAU I.

Stations.	Latitudes.	Longitudes est de Greenwich.	Altitudes.	g.	g_0.	g''_0.	γ_0.	$g''_0 - \gamma_0$.	$g_0 - \gamma_0$.	γ'_0.	$g''_0 - \gamma'_0$.	$g_0 - \gamma'_0$.
	° ′	° ′	m									
Bouzaréa₁	36.47,8	3. 2,1	348	979,918	980,025	979,989	979,884	+105	+141	979,899	+ 90	+126
Bouzaréa₂	36.48,0	3. 1,0	356	979,919	980,029	979,992	979,885	+107	+144	979,900	+ 92	+129
Alger	36.46,1	3. 2,9	64	979,977	979,997	979,990	979,882	+108	+115	979,897	+ 93	+100
Colonne Voirol	36.44,5	3. 2,6	203	979,926	979,989	979,968	979,880	+ 88	+109	979,895	+ 73	+ 94
El Achour	36.43,3	3. 0,2	224	979,923	979,992	979,969	979,878	+ 91	+114	979,893	+ 76	+ 99
Douéra	36.40,2	2.56,7	174	979,888	979,942	979,924	979,874	+ 50	+ 68	979,889	+ 35	+ 53
Draria	36.41,9	3. 0,6	199	979,906	979,968	979,947	979,876	+ 71	+ 92	979,891	+ 56	+ 77
Cherchel	36.36,5	2.11,0	22	979,949	979,956	979,954	979,868	+ 86	+ 88	979,883	+ 71	+ 73
Tipaza	36.35,5	2.26,8	19	979,928	979,934	979,932	979,867	+ 65	+ 67	979,882	+ 50	+ 52
Matifou	36.48,6	3.04,9	68	979,953	979,974	979,967	979,886	+ 81	+ 88	979,901	+ 66	+ 73
Caxine	36.48,7	2.57,4	30	979,991	980,000	979,997	979,886	+111	+114	979,901	+ 96	+ 99
Rouiba	36.44,0	3.17,2	19	979,931	979,937	979,935	979,879	+ 56	+ 58	979,894	+ 41	+ 43
Bir-Rabalou	36.15,8	3.35,3	642	979,724	979,922	979,855	979,838	+ 17	+ 84	979,853	+ 2	+ 69
Bouira	36.22,5	3.54,3	532	979,738	979,873	979,817	979,848	— 31	+ 25	979,863	— 46	+ 10
Maillot	36.20,3	4.16,0	338	979,781	979,885	979,850	979,845	+ 5	+ 40	979,860	— 10	+ 25
Bou Arréridj	36. 4,1	4.46,0	909	979,619	979,900	979,804	979,822	— 18	+ 78	979,837	— 33	+ 63
Sétif	36.11,3	5.24,8	1079	979,600	979,933	979,820	979,832	— 12	+101	979,847	— 27	+ 86
Kerrafa	36.39,5	5.17,1	490	979,776	979,927	979,876	979,873	+ 3	+ 54	979,888	— 12	+ 39
Bougie	36.45,9	5. 5,9	2	979,954	979,955	979,955	979,882	+ 73	+ 73	979,897	+ 58	+ 58
Yakouren	36.44,2	4.26,6	772	979,794	980,033	979,952	979,879	+ 73	+154	979,894	+ 58	+139
Tizi-Ouzou	36.42,9	4. 7,0	195	979,907	979,967	979,947	979,877	+ 70	+ 90	979,892	+ 55	+ 75
Michelet	36.34,9	4.18,1	1060	979,689	980,016	979,905	979,865	+ 40	+151	979,880	+ 25	+136
Tigzirt	36.53,7	4. 7,3	27	979,996	980,004	980,001	979,893	+108	+111	979,908	+ 93	+ 96
Ménerville	36.43,5	3.33,7	146	979,932	979,977	979,962	979,878	+ 84	+ 99	979,893	+ 69	+ 84
Palma	39.34,0	2.38	22	980,189	980,196	980,194	980,127	+ 67	+ 69	980,142	+ 52	+ 54
Soller	39.47,5	2.42	15	980,225	980,230	980,228	980,147	+ 81	+ 83	980,162	+ 66	+ 68
Barcelone	41.25,3	2. 7,0	407	980,245	980,371	980,326	980,293	+ 33	+ 78	980,307	+ 19	+ 64
Port-Vendres	42 50,9	3. 6,1	25	980,443	980,450	980,448	980,422	+ 26	+ 28	980,436	+ 12	+ 14
Toulouse	43.36,7	1.27,8	195	980,405	980,465	980,445	980,490	— 45	— 25	980,504	— 59	— 39
Castelnaudary	43.18,6	1.57,3	184	980,392	980,449	980,430	980,463	— 33	— 14	980,477	— 47	— 28
Narbonne	43.11,1	3. 0,4	12	980,466	980,470	980,469	980,452	+ 17	+ 18	980,466	+ 3	+ 4
Agde	43.17,6	3.26,6	6	980,486	980,488	980,487	980,460	+ 27	+ 28	980,474	+ 13	+ 14
Montpellier	43.35,8	3.51,3	81	980,501	980,526	980,517	980,489	+ 28	+ 37	980,503	+ 14	+ 23
Arles	43.40,9	4.37,7	18	980,529	980,535	980,533	980,496	+ 37	+ 39	980,510	+ 23	+ 25
Marseille	43.18,2	5.23,4	61	980,480	980,498	980,492	980,462	+ 30	+ 36	980,476	+ 16	+ 22
Lyon	45.41,0	4.46,8	296	980,622	980,713	980,682	980,678	+ 4	+ 35	980,691	— 9	+ 22

Nota. — g est la valeur observée; g_0, la pesanteur réduite avec le terme de Faye; g''_0, la pesanteur réduite avec les termes de Faye et de Bouguer; γ_0, la pesanteur calculée par la formule de Helmert 1901; γ'_0, la pesanteur calculée par la formule internationale de Cassinis 1930.

La correction topographique n'a pas été effectuée.

La densité adoptée est 2,5 sauf à Lyon (2,3), Marseille (2,6) et Barcelone (2,6).

Pour la station de base (Paris, Observatoire) la valeur de l'intensité de la pesanteur adoptée est 980,944.

pendule non plus sur la base Paris-Colonne Voirol, mais au moyen d'un ensemble de stations de référence. En conservant pour la constante K la valeur 198,1, précédemment adoptée, on obtient, par rapport à d'autres observateurs, les écarts du tableau II, exprimés en milligals.

Quant à la constante g_0, son évolution actuelle est linéaire, à la précision du milligal.

TABLEAU II.

Stations.	Références.	Écarts.
Paris (Observatoire)	station de base	0
Lyon (Observatoire)	Holweck	+3
Marseille (Observatoire)	Defforges	−3
Barcelone (Observatoire)	Sans Huelin	+5
Ber-Rechid, Maroc (Observatoire)	Capitaine Reignier	−3

A Marseille, les deux valeurs trouvées à l'aller et au retour de Paris diffèrent de 0 milligal. A Alger elles diffèrent de 3 milligals. La moyenne des deux résultats est supérieure de 21 milligals à la valeur déduite de la station Defforges à la Colonne Voirol. Le même écart se retrouve à Médéa, à Philippeville et à Ouled-Rhamoun. Il faudra réajuster en conséquence les valeurs précédemment calculées. L'étalonnage actuel sera soumis à de nouveaux contrôles, mais il est d'ores et déjà solidement établi.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Interprétation du coefficient α de structure fine.* Note (1) de M. **Santiago Antunez de Mayolo**, présentée par M. Louis de Broglie.

Nous avons montré (2) que le champ électromagnétique dans le vide s'explique par des forces centrales s'excerçant entre deux quantités d'électricité non corpusculaires, égales et de signes contraires, en équilibre dynamique se mouvant avec la vitesse de la lumière, qu'il y a dans ce champ trois grandeurs notables : la vitesse c de la lumière, le rayon ρ d'attraction des masses et les masses M accouplées; et que ces grandeurs se trouvent liées avec la charge électrique Q, mesurée en unités électrostatiques (C. G. S.), par la relation remarquable

$$Q = c\sqrt{M\rho} \tag{1}$$

(1) Séance du 25 novembre 1934.

(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1381.

qui conduit d'une part aux équations de Maxwell ([1]) et d'autre à la théorie des quantas avec $h = 2\pi\rho Mc$ où $2\pi\rho = \lambda$ est la longueur d'onde du photon de fréquence ν.

Nous allons interpréter à présent, au moyen de (1), le coefficient $\alpha = 2\pi e^2/hc$ de structure fine.

Élevons (1) au carré et ayant présent la valeur de h,

$$Q^2 = \frac{2\pi\rho Mc}{2\pi} \times c = \frac{hc}{2\pi}. \tag{2}$$

Donc Q est constant quelles que soient les masses accouplées. En effet, comme $c = \lambda\nu = 2\pi\rho\nu$, l'égalité (2) donne comme énergie du champ électromagnétique : $Q^2/\rho = h\nu = Mc^2$ ce qui montre que, Q étant constant, la fréquence ν et la masse M dépendent seulement de la variable ρ.

Cette constance de la charge Q du champ électromagnétique quelle que soit l'énergie du photon explique des choses assez surprenantes que voici.

La force d'attraction de deux charges Q et — Q, données par (1), est

$$F = -\frac{QQ}{\rho^2} = -c^2\frac{M}{\rho}. \tag{3}$$

La même force exprimée en fonction des masses M et — M est

$$F = -K\frac{MM}{\rho^2}. \tag{4}$$

De ces formules on tire $K = Q^2/M^2$, donc comme Q est constant, le coefficient K de notre loi (4) varie en raison inverse du carré de la masse M, tandis que dans la loi de la gravitation universelle la constante G est invariable et ne dépend des masses qui s'attirent.

Des formules (3) et (4), on déduit aussi

$$K\frac{M}{\rho} = c^2, \tag{5}$$

qui n'est autre chose que la notable relation de Maxwell $1/\varepsilon\mu = c^2$, puisque, comme nous avons montré avant, pour le vide, $K = 1/\varepsilon$ et $\mu = \rho/M$. Donc la vitesse de la lumière est constante quelles que soient les masses qui forment le photon, parce que dans la formule (5) du potentiel newtonien K varie en raison inverse de M/ρ.

([1]) SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO, *Une même équation pour le champ électromagnétique et le champ gravitationnel*, Lima, 1935.

Le coefficient α de structure fine est alors à cause de (2)

(6) $$\alpha = \frac{2\pi l^2}{hc} = \frac{l^2}{Q_2}.$$

C'est-à-dire que α est le quotient de deux charges universelles notables : l'une e différentiée propre de l'électron corpusulaire, et l'autre Q non différentiée de tournure mathématique, caractéristique du champ électromagnétique et liée au quantum h.

Si l'on divise le numérateur et le dénominateur de (6) par $m_0 c^2$, où m_0 est la masse de l'électron, on retrouve les deux longueurs notables $l = e_2/m_0 c^2$, qu'apparaît dans la dynamique relativiste de l'électron, et

$$\rho_1 = \frac{Q^2}{m_0 c^2} = \frac{h}{2\pi MC}$$

déduit de (1) pour la valeur particulière de la masse $M = m_0$, et alors $\alpha = l/\rho_1$.

On pourrait encore exprimer α par le quotient k/K du coefficient k de la loi de Coulomb appliqué aux corpuscules électriques dans l'atome de Bohr, et K propre du champ électromagnétique pour $M = m_0$.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Les fluctuations en densité au point critique.* Note de M. **Jacques Yvon**.

J'ai perfectionné le calcul des moyennes à propos du problème de l'équation d'état ([1]). J'entreprends maintenant d'appliquer les nouvelles méthodes à la théorie moléculaire de l'optique des fluides transparents. Les phénomènes de la réfraction et de la diffusion sans changement de longueur d'onde seront d'abord examinés. Depuis les travaux de Smoluchowski ([2]) on sait que les fluctuations en densité sont l'une des causes de la diffusion de la lumière et la cause essentielle de l'opalescence critique; l'étude de ces fluctuations me servira d'introduction. Je n'insisterai pas pour le moment sur le côté optique de la question; on se rappellera seulement que, d'après une relation due à Ornstein et Zernicke ([3]), c'est avant tout le carré moyen des fluctuations dans un volume grand

---

([1]) J. Yvon, *La théorie statistique des fluides et l'équation d'état*, Paris, 1935.
([2]) J. Cabannes, *La diffusion moléculaire de la lumière*, Paris, 1929.
([3]) J. Cabannes, *op. cit.*, p. 233.

devant les dimensions moléculaires qui est utile pour la théorie optique.

Nous considérons un ballon de volume V placé dans un thermostat à la température T. Ce ballon contient N molécules, numérotées de 1 à N, d'un fluide pur. Une fraction A du volume V contient un nombre variable $n+\Delta n$ de molécules dont la valeur moyenne est n. Δn est la fluctuation du nombre des molécules contenues dans le volume A. On dit aussi bien qu'il y a fluctuation en densité. J'emploierai encore les notations suivantes :

R = constante des gaz parfaits; N_0 = nombre d'Avogadro;
P = pression; β = coefficient de compressibilité isotherme;
m = masse d'une molécule; g = accélération de la pesanteur;
M_J = centre de la molécule numérotée J; F = fonction $F(M_J)$ du point M_J;
$d\omega_J$ = élément de volume contenant M_J; z = abscisse verticale;
ν_J = densité en molécules par centimètre cube au point M_J;
$\overline{\Delta n^2}$ = carré moyen des fluctuations en densité.

On suppose toujours, pour simplifier, le volume V beaucoup plus grand que le volume A.

La théorie initiale de Smoluchowski donnait, dans un gaz ou un liquide,

$$\overline{\Delta n^2} = \frac{R}{N_0}\,TA\beta\nu^2. \tag{1}$$

Ce résultat est inacceptable au point critique; Smoluchowski n'a pas donné d'explication satisfaisante de cette difficulté. Les travaux ultérieurs d'Ornstein et Zernicke d'une part [1], ceux très différents de Rocard [2] d'autre part ne résolvent pas non plus la question puisque ces auteurs envisagent seulement les fluctuations dans de petits volumes.

Je crois que toute difficulté disparaît à condition de penser au rôle de la pesanteur. D'après d'anciennes expériences de Gouy [3], lorsqu'on chauffe très lentement un tube de Natterer rempli d'anhydride carbonique, le fluide ne devient pas homogène après que le ménisque a disparu; il subsiste une différence de densité appréciable entre les deux extrémités du tube : par leur poids les couches supérieures compriment les couches inférieures. Dans un tel fluide, le coefficient β n'a pas de valeur définie; la formule (1) perd toute signification.

---

(1) J. Cabannes, *op. cit.*, p. 228 et le Mémoire ci-dessous.
(2) Y. Rocard, *Journal de Physique*, 7e série, **4**, 1933, p. 165.
(3) Gouy, *Comptes rendus*, **121**, 1895, p. 201.

Calculons $\overline{\Delta n^2}$ en tenant compte de la pesanteur. Nous utilisons la probabilité

$$\nu_{12}\, d\omega_1\, d\omega_2$$

de trouver le centre d'une molécule quelconque dans l'élément de volume $d\omega_1$ et en même temps le centre d'une autre molécule quelconque dans l'élément $d\omega_2$. La fonction ν_{12} permet d'exprimer le carré moyen des fluctuations du nombre des molécules contenues dans le volume quelconque A par la formule

$$(2) \qquad \overline{\Delta n^2} = -\int_{A}\int_{(V-A)} (\nu_{12} - \nu_1\nu_2)\, d\omega_1\, d\omega_2,$$

ν_{12} se déduit alors d'un développement nouveau du coefficient canonique de probabilité.

Supposons pour simplifier que le volume A est un cylindre vertical; S est sa section; considérons V comme beaucoup plus grand que A; on trouve que

$$\overline{\Delta n^2} = \frac{RT}{mg}\, SN_0(\nu_2 - \nu_1).$$

Dans cette formule ν_1 et ν_2 sont respectivement les densités à la base et au sommet du cylindre. Ce résultat est satisfaisant parce que : 1° si le fluide s'éloigne de l'état critique on retrouve la formule (1); dans ce cas en effet le fluide devient peu compressible, ν est quasi constant et on a, d'après l'hydrostatique,

$$P_2 - P_1 = mg\nu(z_2 - z_1) \quad \text{ou} \quad \frac{\partial P}{\partial \nu} = mg\nu\, dz \quad \text{ou} \quad \beta = \frac{1}{mg\nu^2}\frac{\partial \nu}{\partial z} \ (^1);$$

2° le carré moyen des fluctuations reste fini dans tous les cas; 3° lorsqu'on groupe deux volumes voisins le carré moyen des fluctuations dans l'ensemble est la somme des carrés moyens relatifs à chacun d'eux pris séparément. Ces deux derniers points devaient absolument être acquis avant d'entreprendre une théorie de l'opalescence critique.

Les propriétés de l'état critique signalées par Gouy font prévoir que dans un fluide pur opalescent l'intensité de la diffusion dépend du niveau; les montages modernes n'ont malheureusement pas permis d'observations à ce sujet.

---

(1) Pour le voisinage de l'état critique, Rocard a indiqué l'équation qui remplace celle-ci (*Journal de Physique*, 7e série, 4, 1933, p. 533).

Ajoutons que l'effet de pesanteur doit être sensible également à propos de l'état critique de miscibilité complète d'un mélange de deux liquides; la preuve en sera donnée si l'on peut montrer l'effet de la centrifugation sur la température d'un tel état critique.

CHALEUR. — *A propos d'un problème de convection; insuffisance de l'équation de la chaleur.* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Cotton.

Soit un demi-plan limité par l'arête $y'y$, léché par un courant fluide indéfini dont la vitesse uniforme, u, est parallèle à l'axe Ox. Nous rapporterons l'état du fluide à Ox et à l'axe Oz perpendiculaire à xOy. Le demi-plan sera une paroi isotherme de température fixe T_0, et le fluide l'abordera avec une température que nous prendrons pour zéro.

En négligeant, devant l'autre, le gradient-second relatif à la direction Ox, on ramène, comme on sait (en régime permanent), ce problème de convection très stylisé, à la discussion de l'équation $A\,\partial^2 T/\partial z^2 = \partial T/\partial x$, T étant la température en un point du fluide, et A la constante $\lambda/c\rho u$, où $c\rho$ est la chaleur spécifique volumique, et λ, la conductibilité thermique.

Les conditions aux limites sont une température finie pour le fluide à l'infini, une température constante T_0 pour le fluide au contact de la paroi chaude, et une température nulle, quel que soit z, dans la tranche $y'yz$, du fluide qui aborde la paroi.

En posant $u = z/\sqrt{x}$, on a T par l'expression, depuis longtemps classique,

$$T = \frac{2T_0}{\sqrt{\pi}} \int_{\frac{2u}{\sqrt{\pi A}}}^{\infty} e^{-\tau^2}\, d\tau. \tag{1}$$

Observons toutefois que l'exactitude de cette formule implique la *convention* que l'on ait $u = 0$, pour tous les points de la paroi, *même* pour l'origine ($z = 0$, $x = 0$).

Le coefficient de convection se déduit du gradient

$$\frac{\partial T}{\partial z} = -\frac{4T_0}{\sqrt{\pi A}} \frac{1}{\sqrt{x}} e^{-\frac{z^2}{4Ax}},$$

qui devient à la paroi $(\partial T/\partial z)_0 = -4T_0/\sqrt{\pi A x}$; comme il est connu, cette valeur est infiniment grande près de l'arête, la quantité de chaleur enlevée à une portion finie de paroi restant cependant finie.

A cause de l'exponentielle, cette valeur, *infiniment grande* à la paroi, devient *infiniment petite* en un point du fluide aussi *voisin* de la paroi que l'on veut. Or on a

$$\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = \frac{2 T_0 z}{\sqrt{\pi}} (Ax)^{-\frac{3}{2}} e^{-\frac{z^2}{4Ax}},$$

expression *nulle* à la paroi. Cet exemple curieux d'une dérivée seconde qui est nulle quand on s'attendait à la trouver infinie, tient aux propriétés spéciales de la fonction $e^{-z^2:4Ax}$. Il n'en rappelle pas moins aux physiciens que *la variation d'une dérivée première peut ne pas être exprimée par une dérivée seconde*, ce qui met *en défaut*, dans le cas qui nous occupe, la *démonstration de l'équation de la chaleur*.

La formule (1) est cependant valable. Mais nous allons montrer que, si l'on ne *simplifie* plus le problème, l'intégration de l'équation de la chaleur conduit à une *conséquence physiquement inacceptable*.

Si l'on ne néglige plus $\partial^2 T/\partial x^2$, on est conduit à chercher une solution de la forme

$$(2) \qquad T = f(u) + x^{-1} f_1(u) + x^{-2} f_2(u) + \ldots + x \varphi_1(u) + x^2 \varphi_2(u) + \ldots.$$

Les conditions aux limites s'expriment par les relations $f(0) = T_0$, $f(\infty) = 0$, $f_i(0) = 0$, $\varphi_i(0) = 0$, $(u^{2i} f_i)_\infty = 0$, $(u^{-2i} \varphi_i)_\infty = 0$, auxquelles s'ajoute le fait que T doit être fini à l'infini. Le problème est ainsi *physiquement déterminé*.

La série entière en x est égale, à une constante multiplicative arbitraire près, à $u\sqrt{x}e^{x/A} \int_0^{2\sqrt{x/A}} e^{-\tau^2} d\tau$; comme elle croîtrait indéfiniment avec x, nous donnerons à la constante la valeur zéro.

La fonction $f(u)$ est celle que représente la formule (1). Les fonctions $f_i(u)$, sur lesquelles nous ne pouvons insister, sont des polynomes de degré impair multipliés par $e^{-u^2/4A}$, et commençant par un terme en u *dont le coefficient reste arbitraire*.

La fonction (2) n'est peut-être pas, parmi celles qui satisfont aux conditions aux limites, la solution la plus générale de l'équation de la chaleur, mais c'en est une, et cela suffit. On peut donc affirmer que l'équation de la chaleur donne, *d'un problème physiquement bien défini*, *une solution non déterminée*, ce qui est absurde. Il faut, par suite, admettre que *le phénomène de propagation n'est pas entièrement fixé par l'équation de la chaleur*. C'est ce que nous disions plus haut.

Et, en effet, il est très facile de lever l'indétermination, en exprimant un fait physique qui soit autre chose que les conditions aux limites et l'équation indéfinie : il faut porter son attention sur le *flux de chaleur* arraché à une portion finie de la paroi par le fluide. Ce flux est nécessairement fini, puisque les températures sont finies, ainsi que la chaleur spécifique volumique, la vitesse et la conductibilité. Or c'est justement *en écrivant que le flux est fini*, que *l'on fait disparaître les termes indéterminés*. (Disons en passant qu'on trouve alors le même coefficient de convection qu'en négligeant $\partial^2 T / \partial x^2$.)

On doit donc considérer que l'*équation classique de la chaleur ne peut être prise toujours comme équation indéfinie du problème*, *que si on lui adjoint la formule de Fourier définissant le flux de chaleur*, dont elle n'est pas nécessairement une conséquence.

La démonstration de l'équation de la chaleur suppose en effet l'existence d'une dérivée seconde de la température *continue*. Or, dans tous les problèmes importants, une telle dérivée n'existe pas sur une certaine surface. Cela ne paraît pas avoir d'inconvénient dans le cas des milieux *limités*, le gradient de température présentant une simple discontinuité, et l'attribution d'une valeur infinie au gradient-second pouvant être considérée comme un procédé correct. Mais une condition adjointe peut se trouver nécessaire dans le cas des milieux *indéfinis*, à cause des propriétés très particulières des fonctions qui s'introduisent alors pour représenter la température, et mettent en cause l'utilisation même des dérivées.

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination de la plage de synchronisation de deux oscillateurs*. Note de M. **Jean Mercier**, présentée par M. A. Cotton.

I. Rappelons que, dans une Note précédente, nous avions étudié le phénomène de synchronisation relatif à deux oscillateurs entretenus réduits chacun d'eux à un circuit oscillant unique de self-induction L et de pulsation m. Le coefficient de couplage supposé par induction avait pour valeur x.

Les courants dans ces circuits étant de la forme

$$i = I' \sin(\omega' t + \varphi') + I'' \sin(\omega'' t + \varphi''),$$

nous avions trouvé qu'en dehors de la plage de synchronisation, et α et s étant des coefficients caractéristiques de chaque circuit, les amplitudes des

courants obéissaient aux relations suivantes :

(1) $$-\alpha_1 + s_1 L_1 (I_1'^2 \omega'^2 + I_1''^2 \omega''^2) = 0,$$

(2) $$-\alpha_2 + s_2 L_2 (I_2'^2 \omega'^2 + I_2''^2 \omega''^2) = 0,$$

(3) $$\frac{L_2}{L_1}\frac{I_2'^2}{I_1'^2} = \frac{\omega'^2 - m_1^2}{\omega'^2 - m_2^2} = F',$$

(4) $$\frac{L_2}{L_1}\frac{I_2''^2}{I_1''^2} = \frac{\omega''^2 - m_1^2}{\omega''^2 - m_2^2} = F'',$$

ω' et ω'' étant racines de l'équation

(5) $$\omega^4(1 - x^2) - (m_1^2 + m_2^2)\omega^2 + m_1^2 m_2^2 = 0.$$

En fonction de F' et de F'' qui ne dépendent que des racines de l'équation (5) et en posant $G = \alpha_2/\beta_2 : \alpha_1/\beta_1$, on obtient, pour définir I_1' et I_1'', les relations

$$L_1 I_1'^2 \omega'^2 = \frac{\alpha_1}{\beta_1}\frac{F'' - G}{F'' - F'}, \qquad L_2 I_1''^2 \omega''^2 = \frac{\alpha_1}{\beta_1}\frac{F' - G}{F' - F''}.$$

II. En supposant G inférieur à l'unité et ω'' supérieure à ω', la discussion des deux relations précédentes en fonction de m_2^2 se résume dans le tableau suivant :

m_2^2	0	↗	M^2	↗	m_1^2	↗	N^2	↗	$+\infty$
F''	ε	↗	G	↗	1	↗	|	↗	$+\infty$
F'	$+\infty$	↘	|	↘	1	↘	G	↘	0
$L_1 I_1'^2 \omega'^2$	0	>0	0	<0	|	>0	|	>0	$\frac{\alpha_1}{\beta_1}$
$L_1 I_1''^2 \omega''^2$	$\frac{\alpha_1}{\beta_1}$	>0	|	>0	|	<0	0	>0	0

On voit qu'entre les valeurs M et N de m_2 il ne peut pas exister simultanément des oscillations de deux fréquences différentes. Cet intervalle limite ce qu'on appelle la *plage de synchronisation*. A l'intérieur de cette plage ne subsiste qu'une des oscillations, celle de plus grande pulsation si l'on procède par valeurs croissantes de m_2, celle de plus petite pulsation si l'on procède par valeurs décroissantes. D'ailleurs, entre M et N, nos formules ne sont plus valables.

III. Les limites de la plage, M et N, sont définies par la relation (5) et par l'égalité (6)

(6) $$\omega^2 - m_1^2 = G(\omega^2 - m_2^2).$$

On en tire $\omega^2 = m_1^2/1 \pm x\sqrt{G}$.

La relation (6) donne les deux valeurs correspondantes M^2 et N^2 de m_2^2.

La discussion montre que lorsque α_1/β_1 augmente, la plage s'étend, c'est-à-dire lorsque l'oscillateur, déjà le plus puissant, augmente encore de puissance. En effet, lorsque l'un des oscillateurs fonctionne isolément, le courant correspondant est tel que $LI^2\omega^2 = \alpha/\beta$.

Si au contraire la puissance de l'oscillateur le plus faible se rapproche de celle du plus puissant, G tend vers 1, la plage devient de plus en plus petite et tend vers zéro. On peut dire que l'oscillateur le plus faible se défend de mieux en mieux.

Cette étude montre donc bien l'existence de la plage de synchronisation et met en outre parfaitement en évidence l'influence des facteurs qui agissent sur sa largeur.

ÉLECTRICITÉ. — *Fluctuations de potentiel aux bornes d'un conducteur métallique de faible volume parcouru par un courant.* Note [1] de M. **Jean Bernamont**, présentée par M. Paul Langevin.

Lorsqu'un conducteur de faible volume et de résistance relativement élevée est parcouru par un courant, il se produit aux bornes une fluctuation de potentiel dont la grandeur dépend de l'intensité du courant [2]. J'ai étudié à ce sujet différentes résistances constituées par des couches métalliques minces; j'ai déterminé la répartition en fréquence du carré moyen de la force électromotrice de fluctuation e pour différentes valeurs du courant. $\left(\text{On pose } \bar{e}^2 = \int \bar{e}_\nu^2\, d\nu \text{ et l'on mesure } \bar{e}_\nu^2\,\Delta\nu \text{ pour une bande passante } \Delta\nu.\right)$ La gamme des fréquences étudiées s'étend de 96 à 162000 cycles. L'appareillage est représenté schématiquement par la figure 1.

La figure 2 représente la courbe de répartition en fréquence de $\bar{e}_\nu^2$, tracée en coordonnées logarithmiques, pour trois dépôts (chacun pour une seule valeur de l'intensité). Les dépôts A et B sont des dépôts commerciaux de

(1) Séance du 18 novembre 1935.

(2) J. Bernamont, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1755 et 2144; L. Brillouin, *Helvetica Physica Acta*, **7**, S, 1934, p. 47; E. Meyer und H. Thiede, *Electr. Nach. Tech.*, **12**, 1935, p. 237. Les expériences décrites dans cette Note ont été faites en partie avant celles de ces auteurs, en partie au même moment, en tout cas sans en avoir connaissance.

tungstène dans le vide faisant respectivement 518000 et 190000 ohms. Le dépôt C est une couche de platine de 31000 ohms obtenue par projection cathodique dans l'air anhydre (fabriquée par A. Féry au laboratoire). La longueur de la couche est de 4^{cm} et sa largeur d'environ 1^{mm}. Après projection la couche est maintenue dans le vide à 400° pendant plusieurs jours jusqu'à ce que son évolution soit terminée (¹).

Les trois courbes ont une partie sensiblement rectiligne indiquant que $\bar{e}_\nu^2$ varie proportionnellement à $(1/\nu)^m$. L'exposant m est d'ailleurs égal

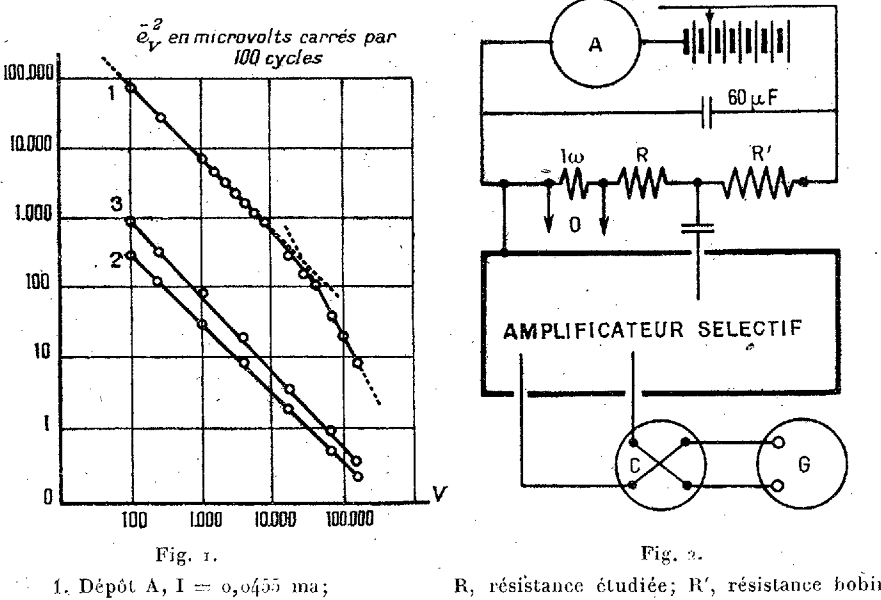


Fig. 1.

1. Dépôt A, I = 0,0455 ma;
2. Dépôt B, I = 0,490 ma;
3. Dépôt C, I = 0,647 ma.

Fig. 2.

R, résistance étudiée; R', résistance bobinée; A, milliampèremètre; O, oscillateur destiné à mesurer la sensibilité; C, couple thermoélectrique; G, galvanomètre.

à 1 aux erreurs d'expérience près pour les dépôts A et B et à 1,062 pour le dépôt C (l'écart avec la valeur 1 ne peut être attribuée aux erreurs d'expérience; la précision est en effet de 5 pour 100 et une erreur de 5 pour 100 en sens inverse sur les points extrêmes de la courbe n'entraîne qu'une variation de 0,012 pour l'exposant. La courbe A présente une particularité intéressante en haute fréquence; à partir de 70 kc. $\bar{e}_\nu^2$ varie en raison inverse de ν aux erreurs d'expérience près. La théorie prévoit une telle loi comme loi asymptotique pour tout phénomène de fluctuation.

(¹) A. Féry, *Ann. de Phys.*, **19**, 1933, p. 421.

Ces courbes sont données pour la plus grande valeur de l'intensité étudiée. La variation de $\bar{e}_v^2$ en fonction de l'intensité du courant qui parcourt le dépôt est assez complexe. Pour le dépôt A, $\bar{e}_v^2$ varie à toute fréquence proportionnellement à la valeur absolue de l'intensité; pour le dépôt B, $\bar{e}_v^2$ varie proportionnellement au carré de l'intensité en basse fréquence, jusqu'aux environs de 4000 cycles, et tend à devenir proportionnel à la valeur absolue de l'intensité en haute fréquence; pour le dépôt C la courbe représentative de $\bar{e}_v^2$ se tient entre les courbes $\bar{e}_v^2 = KI$ et $\bar{e}_v^2 = KI^2$; mais cette courbe est la même à toute fréquence (à un facteur de proportionnalité près).

J'ai essayé dans ce travail d'opérer avec des résistances métalliques relativement bien définies, mais je ne connais les conditions d'obtention que pour le dépôt C. Cependant les résultats expérimentaux ne permettent pas encore une confrontation avec la théorie électronique du phénomène, car nous ne savons pas ce qu'est une couche métallique sous d'aussi faibles épaisseurs. D'après les études de A. Féry (*loc. cit.*) le dépôt C doit avoir 4 millimicrons d'épaisseur environ et présente une résistivité 100 fois plus grande que le platine ordinaire. Quoique dans ces conditions le phénomène soit en haute fréquence à la limite d'observation, j'ai entrepris, à l'aide d'un dispositif expérimental plus sensible, de nouvelles expériences avec des couches d'épaisseur suffisante pour que le platine ait des propriétés très voisines de celles du métal usuel.

ÉLECTRONIQUE. — *La durée des éclairs lumineux très brefs, obtenus en déchargeant un condensateur à travers un tube à gaz*. Note [1] de M. **Marcel Laporte**, présentée par M. Jean Perrin.

On sait que des éclairs lumineux extrêmement brefs sont obtenus en déchargeant un condensateur à travers un tube à gaz; en particulier, des expériences de stroboscopie réalisées avec des tubes à néon ont montré que la durée des éclairs était de l'ordre d'une microseconde.

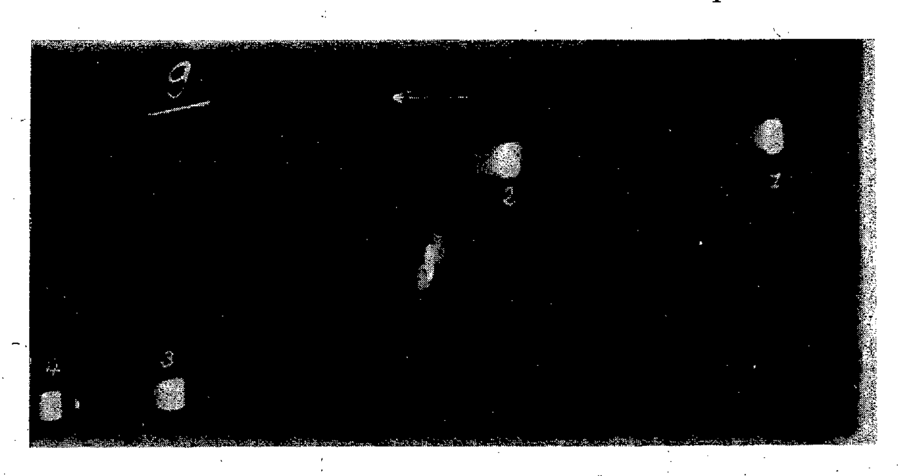
En vue d'expériences ultérieures, je me suis proposé d'étudier la durée d'un éclair dans un tube argon-vapeur de mercure (brûleur ultra-violux Claude) contenant de l'argon, sous une pression de l'ordre du millimètre, et de la vapeur de mercure.

---

[1] Séance du 25 novembre 1935.

Lorsqu'une batterie de condensateurs (8 microfarads) chargés (à 1600 volts) à l'aide d'un transformateur et de kénotrons, est déchargée par le tube, à travers un éclateur à étincelle (tous les fils de connexion étant torsadés pour diminuer au maximum la self du circuit), on obtient un éclair extrêmement brillant.

Pour déterminer la durée de cet éclair, on en concentre la lumière sur une fente fine; cette fente verticale est placée, normalement à l'axe d'un miroir concave, au voisinage du centre de ce miroir (rayon du miroir 32^{cm}). Ce miroir est mobile autour de l'axe vertical du disque mobile d'une



sirène. On reçoit l'image de la fente sur une plaque photographique verticale.

Lorsque le miroir est immobile, l'image de la fente a une largeur l, de l'ordre de $0^{mm},5$; lorsque le miroir est entraîné par la sirène l'image de la fente se déplace avec une grande vitesse.

L'action de la soufflerie a été réglée de façon que le son émis par la sirène soit sensiblement à l'unisson (audition de battements espacés) avec celui d'un diapason (ut_5, 1024 oscillations doubles par seconde). En tenant compte du nombre de trous (21) du plateau mobile de la sirène, la vitesse de rotation du miroir est déterminée avec précision (48,8 tours par seconde); la vitesse v de déplacement de l'image de la fente est alors facile à déterminer, lorsque l'on a mesuré sa distance, d, au miroir (dans une première série d'expériences $d = 32^{cm},7$, ce qui correspond à $v = 10033$ cm/s; dans une seconde série, $d = 55^{cm}$ ce qui correspond à $v = 16875$ cm/s).

Lorsque le miroir tourne au moment d'un éclair, l'image de la fente est

étalée; la mesure de son élargissement Δl permet de déterminer la durée de l'éclair lumineux; avec une vitesse $v = 1033$ cm/s, un élargissement de 1^{mm} correspond sensiblement à une durée de 10^{-5} s.

Les mesures des largeurs des images photographiques ont été faites avec précision à l'aide d'un microscope micrométrique de faible grossissement (compteur de franges).

De nombreux clichés ont été obtenus, sur lesquels on a observé l'effet suivant : chaque éclair donne naissance à une image photographique élargie de la fente, image intense, suivie d'une traînée beaucoup moins lumineuse.

La durée de la partie très lumineuse de l'éclair est de l'ordre de 10^{-5} s.; les élargissements observés sont, pour des motifs non encore élucidés, un peu variables d'un cliché à l'autre (durées comprises entre 0,4 et 2.10^{-5} s.); la durée de la luminescence qui suit l'éclair intense est plus variable, elle reste de l'ordre de 10^{-4} s.; sur certains clichés, on a observé, dans cette traînée lumineuse, des oscillations périodiques d'intensité.

M. Legros et Mlle Pierrejean m'ont aidé dans la réalisation de ces mesures.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur l'absorption dans la matière des particules de grande énergie.* Note de M. **Jacques Solomon**, présentée par M. Paul Langevin.

Il est généralement admis actuellement que les formules déduites de la mécanique quantique habituelle, et qui indiquent, soit la perte d'énergie par rayonnement d'un électron, soit la perte d'énergie par production de paires d'un photon lors de leur passage à travers la matière [1], deviennent complètement fausses lorsque l'énergie de la particule dépasse une certaine valeur, de l'ordre de $137\, m_0 c^2$, m_0 désignant la masse au repos de l'électron, c la vitesse de la lumière. Ceci tient à ce que, pour ces énergies, l'existence d'un rayon fini pour l'électron doit se faire sentir de manière importante.

Je me propose ici d'évaluer, pour les énergies suffisamment inférieures à $137 m_0 c^2$, l'importance de la correction qu'il convient de faire subir aux formules en question. L'existence d'une polarisation du vide, conséquence de la théorie des positrons de Dirac, a amené à des conséquences analogues à celles de la théorie de Born, théorie de type classique qui introduit dès

(1) H. Bethe et W. Heitler, *Proc. Roy. Soc. A.*, 146, 1934, p. 83-112.

l'abord une notion de « champ maximum » qui équivaut au fond à la notion de rayon fini de l'électron. Lorsqu'on développe cette théorie de Dirac suivant les puissances de (E/E_0) où E est le champ considéré et E_0 le champ maximum e/d^2 (avec $d = e^2/m_0 c^2$, e étant la charge électronique), on est conduit, en s'arrêtant aux termes en $(E/E_0)^2$ aux relations suivantes (¹) :

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} \vec{E} &= \vec{D} - \frac{\hbar c}{90\pi e^2} \frac{1}{E_0^2} \left[-4(B^2 - D^2)\vec{D} + 14(BD)\vec{B} \right], \\ \vec{H} &= \vec{B} - \frac{\hbar c}{90\pi e^2} \frac{1}{E_0^2} \left[+4(B^2 - D^2)\vec{B} + 14(BD)\vec{D} \right], \end{aligned} \right.$$

où D, B sont les polarisations électrique et magnétique ($\hbar$ désigne la constante de Planck divisée par 2π). Considérons alors un électron de grande énergie $m_0 c^2 \xi$. On sait que, si $\xi \gg 1$, son champ tend de plus en plus à ressembler au champ d'une onde électromagnétique plane. Si alors on néglige les termes en $1/\xi$, $1/\xi^2$ etc., on tire de (1)

$$(2) \quad \vec{E} = \vec{D}\left(1 - \frac{7\hbar c}{45\pi e^2} \frac{D^2}{E_0^2}\right),$$

avec, dans le cas considéré,

$$(3) \quad D = \frac{Ze\xi}{r^2},$$

où Z est le numéro atomique de l'élément étudié et r la distance d'approche de l'électron au noyau. Nous voyons de suite sur (2) que la méthode n'est valable que si

$$r > d\sqrt{\frac{14 Z\xi\hbar c}{135\pi e^2}} = r_{\min}.$$

On sait que les distances inférieures à $\hbar/m_0 c$ n'interviennent pas pratiquement dans le processus de rayonnement. Si donc $r_{\min} < \hbar/m_0 c$, nous pourrons appliquer sans modification la théorie habituelle de Williams-Weizsäcker (²), en tenant simplement compte de ce que ce qui y intervient n'est plus (3) mais (2). Pour le plomb, ceci sera possible pour $\xi < 50$. Dans ces conditions, le logarithme qui intervient dans la formule bien connue de Heitler-Bethe pour la probabilité de production de rayonne-

---

(¹) H. EULER et B. KOCKEL, *Naturwiss.*, **23**, 1935, p. 246.

(²) V. WEIZSÄCKER, *Z. Physik*, **88**, 1934, p. 612; WILLIAMS, *Phys. Rev.*, **45**, 1934, p. 729.

ment

$$\sigma = \frac{4Z^2 d^2 e^2}{\hbar c}\left(\log 2\xi - \frac{1}{3}\right),$$

est remplacé par

$$\log 2\xi - \frac{7Z\xi e^2}{135\pi c\hbar} + \left(\frac{7Z\xi e^2}{135\pi c\hbar}\right)^2. \tag{4}$$

Par exemple, pour le plomb ($Z = 82$) et des électrons de 10 millions électron-volts ($\xi = 20$), la correction est de 5 pour 100; il en est de même pour $\xi = 40$. La correction est du reste de peu d'importance si l'on songe que pour ces énergies la perte d'énergie par ionisation constitue une partie importante de la perte totale d'énergie par centimètre (50 pour 100 pour $\xi = 20$; 33 pour 100 pour $\xi = 40$). Il n'en reste pas moins qu'il est intéressant de voir que la considération de la polarisation du vide autour de l'électron contribue effectivement à réduire l'énergie rayonnée et par suite tend à rapprocher les données théoriques des résultats expérimentaux (1).

Il en est de même du problème si voisin de la production des paires par le rayonnement γ de grande énergie. La correction est ici la même que pour (4), mais elle se fait plus sentir que dans le cas précédemment considéré par suite des valeurs numériques des coefficients qui y interviennent. C'est ainsi que pour le plomb et des rayons γ de 5 millions d'électron-volts (cas du rayonnement du glucinium excité) la correction (4) réduit la section efficace de matérialisation de 25 pour 100. Il semble ici aussi que le désaccord entre la théorie et l'expérience en soit fortement diminué.

PHYSIQUE. — *Sur la détermination des susceptibilités paramagnétiques des cristaux de terres rares, par la mesure des pouvoirs rotatoires paramagnétiques*. Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Aimé Cotton.

M. van Vleck a établi que, sous certaines conditions réalisées pour la plupart des terres rares, le rapport entre l'aimantation et la rotation paramagnétique doit être indépendant de la température.

L'auteur, en collaboration avec MM. W. J. de Haas et J. van den Handel a mesuré les pouvoirs rotatoires paramagnétiques des éthylsulfates de plu-

---

(1) La théorie de Born donnerait un résultat environ trois fois plus faible. Cf. J. R. Oppenheimer, *Phys. Rev.*, 47, 1935, p. 44.

sieurs terres rares, suivant la direction de l'axe optique. La présente Note montrera que les résultats vérifient la théorie.

Aux températures de l'hélium, où le niveau d'énergie le plus bas intervient seul, la rotation a pour expression

(1) $$\rho = A \operatorname{th} \frac{\mu H}{kT} + BH,$$

μ est la composante du moment magnétique suivant la direction de l'axe. Les constantes A et B sont déterminées par les mesures.

Corrélativement, l'aimantation moléculaire est donnée par la loi :

(2) $$\sigma = N\left(\mu \operatorname{th} \frac{\mu H}{kT} + \nu H\right) \quad \text{(N nombre d'Avogadro)}.$$

Le rapport σ/ρ égal à $N\mu/A$ est donc connu. Si ce rapport reste le même lorsque les autres niveaux d'énergie interviennent, les valeurs de l'aimantation sont obtenues, à toute température, par des mesures uniquement polarimétriques.

Les corrections de rotation diamagnétique (très petites) ont été estimées d'après les mesures faites sur l'éthylsulfate de lanthane.

Soit χ la susceptibilité moléculaire ($\lim \sigma/H$ pour $H \to 0$). La valeur effective de la composante du moment magnétique est

(3) $$n_{eff} = \sqrt{\frac{k\chi T}{N\mu_B^2}} \quad (\mu_B \text{ magnéton de Bohr}).$$

Pr.		Nd.	
T.	n_{eff}.	T.	n_{eff}.
0	0,7575	0	1,7635
1,451	0,788	1,480	1,777
3,068	0,820	2,410	1,785
4,244	0,843	3,310	1,793
14,216	0,981	4,256	1,801
16,060	0,996	14,162	1,811
20,40	1,030	17,607	1,815
63,37	1,493	20,425	1,823
69,966	1,542	63,500	1,918
77,362	1,596	70,252	1,925
291,40	1,976	77,468	1,934
Ion libre :		Ion libre :	
Hund.......	2,0656	Hund.......	2,0889
Van Vleck...	2,090	Van Vleck...	2,125

Ds (mes. optiques).	
T.	$n_{eff.}$
0	5,664
1,621	5,670
4,213	5,680
14,12	5,478
20,40	5,611
77,36	6,476
291,5	6,291
Ion libre :	
—	6,1463

Ds (mes. magnét.).	
T.	$n_{eff.}$
0	5,58
14,1	5,63
20,4	5,72
64,5	6,325
77,4	6,41
137	6,39
170	6,39
205	6,37
250	6,30
289	6,175

Er.	
T.	$n_{eff.}$
jusqu'à 20°K.	6,0164
64,468	6,294
77,324	6,324
169,64	6,134
292,5	5,895
Ion libre :	
—	5,5317

1° Malgré l'insuffisance de mesures à des températures relativement élevées, si l'on représente $1/\chi$ en fonction de T on se rend compte que chaque courbe tend, à mesure que la température s'élève, à prendre l'orientation correspondant au moment effectif de l'ion libre. Il doit précisément en être ainsi, car dans le développement de χ suivant les puissances de $1/T$, le coefficient de $1/T$ est la constante de Curie de l'ion libre (MM. Penney et Schlapp). Les résultats obtenus optiquement confirment donc la proportionnalité entre σ et ρ.

2° Dans le cas du dysprosium sont indiquées aussi les mesures directes (non publiées) faites par MM. de Haas, van den Handel et Gorter; les écarts ne paraissent pas dépasser les erreurs expérimentales (les auteurs m'ont autorisé à dire que les mesures magnétiques manquent un peu de précision). Abstraction faite de la mesure magnétique à 289°, les trois mesures précédentes et la mesure optique à 291°,5 donnent pour $1/\chi$ en fonction de T quatre points qui se placent presque exactement sur une droite parallèle à la droite de Curie.

Première remarque. — Si l'on évalue le moment magnétique d'après le coefficient angulaire de la droite à laquelle on peut pratiquement assimiler la courbe $1/\chi = f(T)$, on trouve une valeur extrêmement voisine du moment de l'ion libre. C'est sans doute ce résultat qui a fait dire parfois que les terres rares sont à peu près insensibles aux influences extérieures. Or cette affirmation est contredite par le mode d'évaluation ici employé qui, d'après l'écart avec la valeur du moment de l'ion libre, prouve que l'influence du champ cristallin se fait encore sentir à la température ordinaire. On connaît d'ailleurs des cas où la décomposition totale due à ce champ est du même ordre de grandeur que la valeur de kT à 290°K. (M. Kramers, MM. Penney et Schlapp).

Seconde remarque. — Lorsque les ions magnétiques sont très dilués, l'écart à la loi de Curie provient uniquement de la décomposition énergétique due au champ électrique interne. Tel est le cas pour les éthylsulfates étudiés. Il s'agit ici de monocristaux et d'une direction privilégiée, mais même pour une poudre cristalline on n'obtiendrait une droite de Curie que si kT devenait très grand par rapport à la décomposition.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres d'étincelle du cadmium.* Note de MM. **Raymond Ricard** et **Antoine Saunier**, présentée par M. Charles Fabry.

Les spectres d'étincelle du cadmium sont excités facilement par la décharge sans électrodes dans la vapeur du métal à une température de 250°C. environ, ainsi que l'a montré Esclangon (1). Ses observations, étendues à l'intervalle spectral 2300-3700 Å., ont permis de classer les nombreuses raies d'étincelle observées d'après leur évolution à excitation croissante, suivant une technique bien connue. En dehors de l'intervalle étudié par Esclangon, les seules données expérimentales sont celles de Von Salis (2), limitées aux raies les plus intenses du premier spectre d'étincelle Cd II, celles de Takahashi (3) relatives au même spectre et diverses observations anciennes, d'ailleurs fragmentaires (4). Or, des données expérimentales plus complètes sont nécessaires pour servir de base à l'analyse des spectres Cd III et Cd IV. Dans ce but, nous avons étudié la région 3400-5000 Å., utilisant la décharge sans électrodes comme procédé d'excitation. Outre les raies d'arc connues et les raies Cd II qui figurent dans le travail de Von Salis, on observe de nombreuses raies d'étincelle d'excitation supérieure. Les deux listes suivantes contiennent les raies de chacun des spectres Cd III et Cd IV : raies nouvelles observées ou raies déjà connues dont les longueurs d'onde ont été déterminées avec une précision supérieure à celle des données anciennes.

Les repères choisis sont des raies d'arc ou des raies d'étincelle du cadmium ou, à défaut, des raies du mercure. La présence d'une trace de cet élément dans le tube à décharge fournit en effet un spectre de compa-

(1) *Journ. de Phys.*, 6e série, 6, 1926, p. 52,
(2) *Ann. der Phys.*, 76, 1925, p. 153.
(3) *Ann. der Phys.*, 3, 1929, p. 27.
(4) *Handbuch der Spectroscopie*, 7, p. 176 et 5 p. 275.

raison commode, dans des conditions excluant évidemment tout décalage entre les deux spectres. L'approximation des mesures atteint en moyenne 0,05 Å, sauf dans la région des longueurs d'onde supérieures à 4500 Å, où l'incertitude peut s'élever à 0,1 Å.

Cd III.

2...	4918,80	3...	4438,1	4...	4219,11	6...	4049,39	10...	3958,50
2...	4721,80	1...	4428,84	3...	4213,89	8...	4044,77	5...	3939,77
1...	4641,92	3...	4420,12	9...	4157,70	4...	4018,12	5...	3935,36
1...	4539,84	2...	4384,54	8...	4139,68	2...	4008,91	5...	3919,32
4...	4535,27	1...	4383,37	7...	4137,26	3...	4005,78	3...	3470,69
1...	4512,40	4...	4349,18	6...	4111,89	8...	3977,84	3...	3420,15
5...	4442,53	8...	4245,11	7...	4070,73	1 *d*..	3968,3	4...	3389,16
2...	4440,50								

Cd IV.

0...	4950,21	1...	4314,28	4...	4123,95	1...	4042,67	1...	3963,51
2...	4755,47	5...	4272,15	8...	4116,39	5...	4038,15	1...	3956,40
1...	4633,05	5...	4270,16	3...	4102,79	4...	4034,55	1...	3953,36
1...	4629,05	2...	4226,89	4...	4097,65	1...	4033,23	1...	3951,93
3...	4480,91	7...	4191,60	10...	4094,53	1...	4023,67	2...	3950,72
1...	4469,79	2...	4176,88	9...	4091,47	1...	4014,65	2...	3940,87
2...	4451,40	2...	4170,87	1...	4084,23	1...	4006,74	3...	3898,94
3...	4402,74	1...	4169,71	1...	4080,06	1...	4005,92	3...	3890,12
5...	4392,43	8...	4163,36	5...	4075,84	6...	3993,77	2...	3883,11
1 *d*..	4368,45	5...	4148,47	4...	4068,29	6...	3991,74	1...	3871,20
1...	4365,45	0...	4146,59	2...	4066,17	5...	3990,84	2...	3865,0
2...	4362,65	5 *d*..	4130,91	3...	4064,93	6...	3987,97	4...	3851,74
1 *d*..	4334,52	3...	4127,56	3...	4057,58	7...	3976,40	2...	3807,65
1...	4329,72	7...	4126,79	2...	4056,88	1...	3974,6	1...	3666,73
1...	4316,82	7...	4126,25	3...	4053,78	1 *d*..	3970,6	2...	3486,22

RADIATION COSMIQUE. — *Analyse du rayonnement corpusculaire cosmique sous un écran de* 28^{m} *de sol.* Note de MM. **Pierre Auger** et **Albert Rosenberg**, présentée par M. Jean Perrin.

1. Nous avons donné [1] les résultats d'une analyse, par la méthode des compteurs à coïncidences, du rayonnement cosmique qui traverse un écran de 8^{m},50 de sol, équivalent à environ 19^{m} d'eau. Nous avons

---

[1] *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1022.

pu mettre en évidence dans ce rayonnement les deux portions formant la composante dure et la composante molle, et dont les coefficients d'absorption dans le plomb sont respectivement $0,7.10^{-3}$ et 30.10^{-3} cm^2/g.

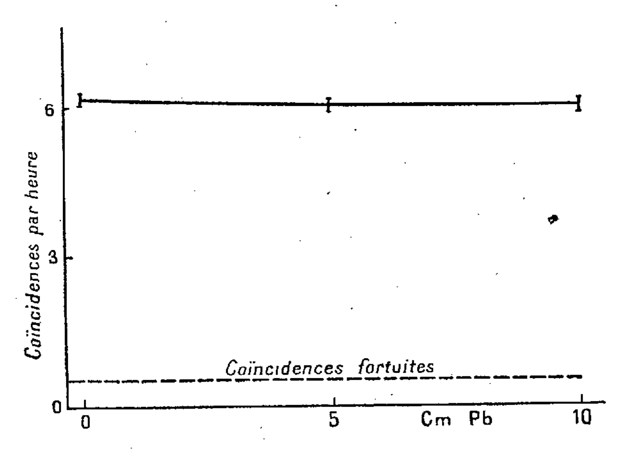
Nous avons depuis, transporté nos appareils dans une salle de travail située sous le Laboratoire de Chimie physique de Paris, dans une portion murée des catacombes, l'écran de sol interposé atteignant une épaisseur de 28^m. Le sol, sableux ou calcaire, ayant une densité d'environ 2,2, cet écran peut être considéré comme équivalent à 60^m d'eau, soit 70^m depuis l'entrée dans l'atmosphère.

2. Dans ces conditions, nous avons mesuré avec un appareil à trois compteurs dans un plan vertical le nombre de corpuscules qui traverse les trois compteurs, sans écrans interposés, puis avec écrans de 5 à 10^{cm} de plomb. Les expériences ont duré longtemps à cause du nombre peu élevé de coïncidences par heure, environ 6; nous avons régulièrement croisé les mesures par des poses de 10 à 14 heures successives pour les trois montages. Les mesures à 10^{cm} de plomb ont été un peu moins longues, à cause de l'intérêt particulier que présente le début de la courbe d'absorption, de telle sorte que les points 0 à 5^{cm} correspondent à 2300 coïncidences, le point 10^{cm} à 1100. La figure donne les points expérimentaux et les traits représentent les erreurs probables statistiques. Le nombre de coïncidences fortuites est petit, 0,5 à l'heure, d'après quelques expériences témoin, où un compteur était un peu éloigné des autres.

3. La courbe est assez différente de celles obtenues au-dessus du sol à diverses altitudes, en ce sens qu'on n'y aperçoit guère les deux groupes de corpuscules. Le groupe mou, s'il existe, ne peut guère être supérieur à 3 pour 100 du groupe dur. Il peut naturellement y avoir des radiations secondaires présentes, même abondantes, mais elles sont alors très molles, puisqu'elles ne peuvent pas traverser la paroi des 3 compteurs (total 5^{mm} de fer) et sont alors essentiellement différentes du groupe mou à coefficient 30.10^{-3} cm^2/gr dans le plomb. Ce groupe atteignait, relativement au total des corpuscules, les proportions de 40 pour 100 à 3500^m d'altitude (Jungfraujoch) 20 pour 100 au niveau de la mer, 7 pour 100 sous 8^m de sol, et représente moins de 3 pour 100 sous 28^m.

4. Le coefficient d'absorption des corpuscules qui atteignent cette profondeur, tel qu'on peut le déduire des trois points mesurés est très petit. Probablement de l'ordre de $0,4.10^{-3}$ cm^2/g. Ce qui représente un durcissement notable du rayonnement depuis le niveau de la mer, où ce coefficient est de $0,7.10^{-3}$. Ce durcissement est peut être en relation avec le

très petit nombre de secondaires d'énergie notable produits, et est en accord avec des mesures faites en plongeant des chambres d'ionisation et des compteurs dans l'eau (Regener, Clay). Le nombre absolu de coïncidences, 5,5 par heure, peut d'ailleurs être comparé avec le nombre de coïncidences trouvées avec le même appareil sous $8^m,50$ de sol, soit 30 par heure : le coefficient massique d'absorption qui rend compte de cette décroissance serait de $0,35.10^{-3}$ en bon accord avec le coefficient mesuré directement



sur le plomb. On voit ainsi que ce groupe de corpuscules présente une absorption massique pure.

5. En conclusion de ces premières mesures, le rayonnement corpusculaire qui a traversé un écran total équivalent à 7 atmosphères paraît être formé d'un seul groupe de corpuscules, de très grand pouvoir pénétrant, représentant peut-être la sélection par filtration d'une partie du groupe dur observé en tous lieux. Les rayonnements secondaires électroniques qui peuvent l'accompagner sont assez mous pour ne pas traverser 5^{mm} de fer, et leur énergie ne dépasse probablement pas de 20 à 30 millions de volt-électrons.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hydratation du chlorure chromique au sein de l'eau dense (oxyde de deutohydrogène).* Note [1] de M. **Georges Champetier**, présentée par M. G. Urbain.

Le chlorure chromique anhydre dissous dans l'eau ordinaire donne une solution verte qui, en quelques jours, vire au violet. Ce changement de

[1] Séance du 25 novembre 1935.

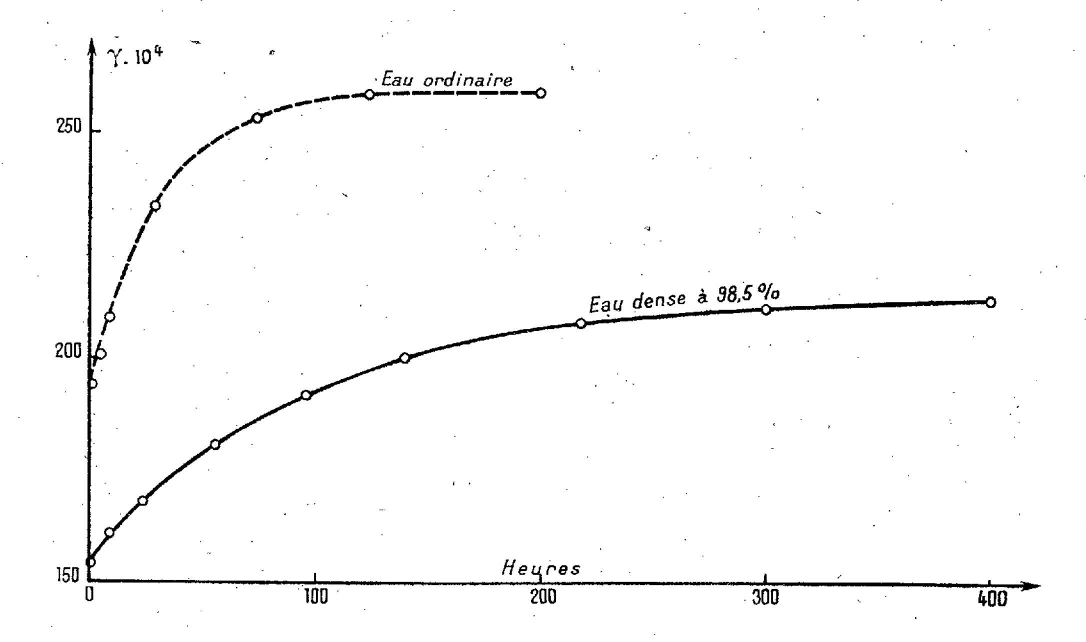
couleur correspond à la formation d'un ion complexe chromique de plus en plus hydraté et à la libération d'ions chlore, d'après le schéma suivant (¹):

$$[Cr(H^2O)^4]Cl^2 \rightleftharpoons [Cr(H^2O)^5Cl]Cl^2 \rightleftharpoons [Cr(H^2O)^6]Cl^3.$$

Chlorure vert de Recoura.	Chlorure vert de Bjerrum.	Chlorure gris de Recoura.

Les mêmes transformations se produisent lorsque la dissolution du chlorure chromique est effectuée dans l'eau dense.

Il est possible d'étudier comparativement les deux réactions, au sein de



l'eau ordinaire et de l'eau dense, en suivant l'augmentation de conductibilité électrique des solutions au cours du temps.

A cet effet deux solutions de chlorure chromique, l'une dans l'eau ordinaire, l'autre dans l'eau dense à 98,5 pour 100 ont été préparées en dissolvant $0^g,158$ de chlorure chromique anhydre $CrCl^3$ dans 10^{cm^3} des deux eaux soigneusement redistillées, en présence d'une petite quantité de chlorure chromeux ($0^g,02$) pour faciliter la dissolution. Les conductibilités

(¹) RECOURA, *Am. Chim. Phys.*, 10, 1887, p. 34; BJERRUM, *Zeit. Phys. Chem.*, 59, 1907, p. 340-581; G. URBAIN et SÉNÉCHAL, *Introduction à la chimie des complexes*, Paris, 1913, p. 321 et suiv.

ont ensuite été mesurées en fonction du temps, à la température de 25°. Les résultats obtenus sont donnés par les deux courbes ci-dessous.

La conductibilité de la solution de chlorure chromique dans l'eau dense est plus faible que celle de la solution dans l'eau ordinaire, ce qui est en accord avec une plus faible mobilité des ions au sein de l'eau dense ([1]). En outre il est aisé de se rendre compte que l'évolution du chlorure chromique est beaucoup plus lente dans l'eau dense que dans l'eau ordinaire. Ceci est également en accord avec les résultats de nombreux travaux sur les vitesses de réactions de divers types au sein de l'eau dense.

Bien que dans cette première étude le phénomène d'hydrolyse secondaire qui accompagne l'hydratation des ions complexes ait été négligé, il est possible de donner, en première approximation, un ordre de grandeur du rapport des vitesses d'hydratation des ions complexes chromiques par les deux espèces d'eaux. On trouve ainsi que l'hydratation du chlorure vert de Bjerrum en chlorure gris de Recoura, qui est la réaction la plus lente, s'effectue environ trois fois moins vite dans l'eau dense que dans l'eau ordinaire.

Des mesures de densité effectuées sur l'eau récupérée par distillation partielle à basse température des solutions violettes de chlorure chromique dans l'eau dense à 98,5 pour 100 ont, en outre, montré que c'est l'eau dense qui s'introduit dans l'ion complexe au cours des réactions précédentes ainsi que divers auteurs l'ont constaté dans des cas analogues ([2]).

Enfin l'étude des spectres d'absorption n'a pas permis de mettre en évidence avec certitude une différence de couleur des solutions de chlorure chromique dans les deux eaux, soit lorsqu'on les compare immédiatement après la dissolution du sel de chrome, soit une fois que l'évolution est achevée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution de la couche capillaire dans les solutions du vert malachite.* Note ([3]) de Mlle **M. T. Salazar**, présentée par M. Jean Perrin.

L'influence de la concentration sur les tensions capillaires des solutions est liée, comme on le sait, à l'existence d'une couche superficielle où la

---

([1]) Lewis et Doody, *J. Am. Chem. Soc.*, 55, 1933, p. 3504.

([2]) H. Erlenmeyer et Gärtner, *Helv. Chim. Acta*, **17**, 1934, p. 1008; H. Erlenmeyer et H. Lobeck, *Helv. Chim. Acta*, **18**, 1935, p. 1213.

([3]) Séance du 25 novembre 1935.

concentration est plus grande ou plus petite que dans les parties profondes du liquide suivant que la substance dissoute abaisse ou élève la tension du liquide; aussi est-il intéressant de préciser la structure de cette couche.

Certaines matières colorantes, en particulier le vert malachite, provoquent une diminution notable de la tension superficielle σ de l'eau.

J'ai repris l'étude de cet effet en employant la méthode des gouttes qui donne des valeurs suffisamment précises, quand on observe les précautions connues relatives à la constance de la température et à la vitesse d'écoulement du liquide par le tube capillaire.

Les résultats obtenus pour différentes concentrations de la matière colorante sont donnés dans le tableau suivant :

Concentration C (gr. dans 100cm³).	Différence $\sigma_{eau}-\sigma_{sol}$.	Concentration C (gr. dans 100cm³).	Différence $\sigma_{eau}-\sigma_{sol}$.	Concentration C (gr. dans 100cm³).	Différence $\sigma_{eau}-\sigma_{sol}$.
0,57	13	4,54	22,5	10,13	24,6
0,65	13,5	5,00	22,9	12,07	24,6
1,15	15,8	5,66	23,8	14,18	24,6
2,30	18,7	6,51	24,6	15,69	24,6
3,84	21,5	8,49	24,6	16,46	24,6

Chaque détermination est la moyenne de plusieurs mesures; la précision étant supérieure à 1 pour 100.

Si l'on construit la courbe représentant la diminution de la tension superficielle en fonction de la concentration, on observe qu'à partir d'une certaine valeur ($6^g,5$ dans 100^{cm^3}), cet abaissement devient constant. Pour les concentrations inférieures, les valeurs expérimentales vérifient la relation

$$\sigma_{eau}-\sigma_{sol}=aC^b, \tag{1}$$

où les coefficients ont pour valeurs : $b=0,26$; $a=15,14$. Supposons que l'on puisse appliquer à cette solution la relation de Gibbs :

$$U=-\frac{C}{RT}\frac{d\sigma}{dC},$$

dans laquelle U représente le nombre de molécules adsorbées par unité de surface à la limite de séparation solution-air, R la constante des gaz parfaits, T la température absolue et $d\sigma/dC$ le coefficient angulaire de la tangente à la courbe de tension superficielle pour la concentration C. Dans le cas considéré, U représente la concentration dans la couche superficielle.

En tenant compte de la formule (1), on voit que

$$\frac{d\sigma}{dC}=\frac{0,26}{C}(\sigma_{eau}-\sigma_{sol}).$$

D'où, en introduisant dans la formule de Gibbs cette valeur

$$U = \frac{0,26}{2,4.10^{10}} (\sigma_{\text{eau}} - \sigma_{\text{sol}})$$

et enfin, en exprimant U en grammes par centimètre cube, on a, en prenant pour poids moléculaire du vert malachite 364,

(2) $$U = \frac{0,26}{2,4.10^{10}} 364 (\sigma_{\text{eau}} - \sigma_{\text{sol}} = 0,39.10^{-8} (\sigma_{\text{eau}} - \sigma_{\text{sol}}).$$

Les valeurs ainsi obtenues figurent dans le tableau suivant :

Concentration (10^{-4} mol/g par cm³).	Quantité de matière absorbée ($g10^{-8}$ par cm²).	Concentration (10^{-4} mol/g par cm³).	Quantité de matière absorbée ($g10^{-8}$ par cm²).	Concentration (10^{-4} mol/g par cm³).	Quantité de matière absorbée ($g10^{-8}$ par cm²).
0,15	5,0	1,2	8,9	2,7	9,7
0,17	5,8	1,3	8,9	2,3	9,7
0,31	1,6	1,5	8,9	3,8	9,7
0,63	7,4	1,7	9,7	4,3	9,7
1,0	8,2	2,3	9,7	4,5	9,7

On vérifie que, à partir d'une concentration correspondant à $1,7.10^{-4}$ mol/g par centimètre cube, la quantité fixée reste constante, ce qui signifie que la constitution de la courbe superficielle à partir de ce point reste invariable.

On peut se demander quelle est l'épaisseur équivalente ε de cette couche superficielle ; si l'on désigne par d la densité du vert malachite [1], on a

$$\varepsilon = \frac{U}{d}.$$

Si l'on fait le calcul pour la concentration à partir de laquelle la saturation est obtenue, on trouve que l'épaisseur limite de la couche est de

$$\varepsilon = \frac{9,7.10^{-8}}{1,39} = 6,97.10^{-8} \text{ cm}.$$

Or, en supposant la molécule sphérique, ce qui est une première approximation, légitime du fait que de nombreux noyaux rentrent dans sa constitution, le diamètre de la molécule est

$$D = 8,94.10^{-8} \text{ cm}.$$

Étant donné les différentes approximations faites et la précision normale

---

[1] J'ai déterminé la densité du vert malachite dans différents liquides : CS^2, CCl^4, $(CH^3)^2CO$, $C^6H^5CH^3$ et trouvé 1,39.

des mesures de tension superficielle on peut considérer ces valeurs comme concordantes.

En définitive ce résultat montre d'abord que la relation de Gibbs est applicable à la couche superficielle à la limite de séparation solution-air, et d'autre part que cette couche peut être considérée comme monomoléculaire.

PHYSICOCHIMIE. — *Nitration de la cellulose par la vapeur d'anhydride azotique.* Note de M. **René Dalmon**, présentée par M. Charles Fabry.

Nous avons exposé (¹) les résultats d'une nitration faite sur de la ramie par de l'anhydride azotique en solution dans le tétrachlorure de carbone. Cet anhydride (N^2O^5) possédant une forte tension de vapeur à la température ordinaire (190^{mm} à $15°$ et 420 à $25°$), il nous a semblé que la nitration pouvait se faire dans sa vapeur elle-même.

Si l'on admet la formation de trinitrocellulose, l'équation de la réaction s'écrit

$$C^6H^7O^2(OH)^3 + 3N^2O^5 \rightarrow C^6H^7O^2(NO^3)^3 + 3NO^3H,$$

la formation d'eau étant impossible en présence d'anhydride azotique.

Les poids moléculaires de la cellulose et de l'anhydride étant respectivement 162 et 108, on voit que, théoriquement, il faut deux fois plus d'anhydride que de cellulose pour obtenir la trinitrocellulose.

Sur 5^g de cellulose sèche, nous avons fait agir un peu plus de 10^g de N^2O^5. L'anhydride était obtenu par distillation d'un mélange d'acide azotique pur à 99,5 pour 100 et d'anhydride phosphorique. Le produit condensé est redistillé avant l'emploi dans un courant d'ozone de manière à oxyder toute trace de peroxyde d'azote.

Le coton, après séchage sous vide en présence d'anhydride phosphorique, est placé dans un tube de verre de $1^m,25$ de long à une extrémité duquel on fixe le récipient où s'est condensé l'anhydride pur. L'autre extrémité est terminée par une partie effilée pour éviter les rentrées d'humidité. Pour activer la sublimation de l'anhydride les vapeurs sont entraînées par un courant de gaz (²). Tout l'anhydride se sublime sans montrer la moindre trace de décomposition.

(¹) Dalmon, Chedin, Brissaud, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 664.

(²) Dans cette expérience le gaz était de l'oxygène, mais ce peut être un gaz quelconque, de l'air par exemple.

La réaction chemine d'une extrémité du tube à l'autre; sa progression est marquée par une rosée d'acide nitrique qui apparaît sur les fibres en cours d'attaque et qui les colle aux parois du tube. On arrête la réaction lorsque tout le coton est recouvert de rosée; à ce moment presque tout l'anhydride azotique a disparu.

Le coton est ensuite lavé, essoré, stabilisé 30 heures à l'eau bouillante, puis séché.

Il donne au nitromètre un taux d'azote de 14,12 pour 100. C'est donc de la trinitrocellulose pure (azote théorique $N = 14,14$).

Le rendement de cette nitration est de 99,3 pour 100 du rendement théorique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Constitution et propriétés de quelques alliages fer-carbone-glucinium.* Note (¹) de M. **Marcel Ballay**, présentée par M. Léon Guillet.

Les alliages étudiés contenaient de 3,0 à 4,45 pour 100 de carbone et de 0 à 4 pour 100 de glucinium ($Mn = 0,25$, $Si = 0,25$, $S = 0,02$, $P = 0,05$ pour 100); ils ont été coulés en barreaux cylindriques de 15^{mm} de diamètre dans des moules en sable étuvé.

Les alliages fer-carbone de ce groupe se solidifient dans le système métastable à cémentite sans donner de graphite, même pour des vitesses de solidification considérablement plus faibles que dans nos expériences. Pour des teneurs en glucinium de l'ordre de 1,2 à 1,7 pour 100, on constate au microscope une augmentation importante de la quantité apparente de cémentite liée à l'existence d'un carbure complexe de fer et de glucinium. L'amplitude de l'anomalie dilatométrique de la cémentite, à 210°, diminue beaucoup et n'est plus fonction que de la quantité de perlite. La dureté atteint des valeurs qui n'ont pas été signalées jusqu'ici pour l'agrégat carbure-perlite : Δ (Vickers 50^{kg}) $= 800$ pour un alliage contenant $C = 4,32$ pour 100, $Gl = 1,70$ pour 100; la dureté est élevée à 935 par une trempe à l'huile à 950° qui transforme la perlite en martensite.

Pour des teneurs plus élevées en glucinium, on constate la présence d'un constituant apparaissant au microscope en éléments grisâtres, de petites dimensions, granulaires ou à contours polygonaux. Ce constituant est

(¹) Séance du 25 novembre 1935.

attaqué par l'eau bouillante; si l'on décarbure l'alliage par chauffage vers 900° en milieu oxydant, il reste intact, vraisemblablement protégé par une mince couche d'oxyde. Ses propriétés l'apparentent au carbure de glucinium Gl^2C, peu étudié jusqu'ici; on peut admettre l'identité des deux corps bien qu'il soit possible que le constituant trouvé dans les alliages Fe — C — Gl puisse contenir un peu de fer.

Dans certains alliages, le carbure de glucinium est accompagné de perlite et d'un peu de cémentite secondaire; pour des teneurs suffisantes en glucinium il ne subsiste pas de carbure complexe primaire. D'autres alliages, de constitution plus complexe, hors d'équilibre physicochimique, contiennent simultanément du carbure de glucinium, du carbure complexe de fer et de glucinium et de la perlite. Dans cette dernière, l'analyse dilatométrique indique la présence de Fe^3C et non de carbure de fer et de glucinium; un chauffage à 950° suivi de trempe à l'huile n'apporte pas d'autre modification de constitution que la transformation de la perlite en martensite, Gl^2C paraissant peu ou pas soluble dans l'austénite, du moins aux températures atteintes.

La position de la transformation Ac dans l'échelle des températures est peu affectée par le glucinium dans les conditions de nos expériences.

Le glucinium tend donc à entrer en combinaison avec le carbone, tout d'abord dans une cémentite complexe, puis dans un carbure contenant peu ou pas de fer. On constate cependant que l'addition de petites quantités de glucinium à une fonte blanche fait apparaître du graphite dans l'alliage; nous avons observé ce fait avec netteté à différentes reprises, notamment dans un cas où l'analyse n'a révélé que des traces de glucinium (fonte à $C = 3{,}71$ pour 100). Dans un alliage contenant 4,46 pour 100 de carbone et 0,47 pour 100 de glucinium, il existe une forte proportion de carbone graphitique alors qu'en l'absence de glucinium on ne constate pas de carbone libre. On trouvera plus loin, dans le tableau, un nouvel exemple de ce fait.

L'influence graphitisante du glucinium aux faibles teneurs dans les alliages fer-carbone ne contenant que de minimes quantités de silicium peut être rattachée à l'action réductrice énergique du glucinium sur de l'oxygène qui existerait à l'état combiné ou dissous dans la fonte (1). Il est

(1) A. Le Thomas a montré déjà (*Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 408) que l'addition à certaines fontes de faibles quantités de silicium, d'aluminium, etc. augmentait nettement la quantité de graphite.

possible aussi que la formation de glucine produite surtout par oxydation du glucinium dans l'atmosphère du four au moment de l'addition, joue un rôle, la glucine solide en fins éléments entraînés mécaniquement amorçant la cristallisation du graphite au cours de la solidification.

Le tableau ci-après résume, pour la série d'alliages contenant 3,2 pour 100 de carbone en moyenne, l'influence du glucinium sur la structure et la dureté. La transformation de la perlite en martensite par trempe à l'huile à 950° donne des duretés très élevées en présence de cémentite complexe (fontes n[os] 4 et 5) ou de petites quantités de Gl^2C (fonte n° 6) lorsque l'alliage ne contient pas de graphite.

			Dureté Vickers 50kg.		
	Ct %.	Gl %.	Brut de coulée.	Trempé à l'huile à 950°.	Constitution à l'état coulé.
1......	3,15	0	407	608	perlite + cémentite
2......	3,08	0,31	426	657	perlite + cémentite + un peu de graphite
3......	3,16	0,65	325	604	perlite + cémentite + graphite
4......	3,14	1,43	740	906	perlite + cémentite complexe
5......	3,20	2,15	543	849	perlite + cémentite complexe + un peu de Gl^2C
6......	3,15	2,80	493	836	perlite + cémentite secondaire + Gl^2C
7......	3,30	3,88	443	691	perlite + Gl^2C + très peu de cémentite secondaire

CHIMIE MATHÉMATIQUE. — *Sur les potentiels thermodynamiques et l'affinité.* Note (¹) de M. **Pierre van Rysselberghe**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

I. *Les potentiels thermodynamiques.* — Rappelons l'équation fondamentale de Gibbs (²)

$$d\varepsilon = t\,d\eta - p\,dv + \mu_1 dm_1 + \mu_2 dm_2 + \ldots + \mu_n dm_n, \qquad (1)$$

(¹) Séance du 25 novembre 1935.

(²) J. W. Gibbs, *Equilibrium of heterogeneous substances* [*Collected Works*, New-York, 1, p. 63, formule (12)]. Traduction par M. Le Chatelier, *Équilibre des systèmes chimiques*, Paris, 1899, p. 15, formule (12).

où ε est le *potentiel thermodynamique relatif aux variables* $(\eta\,v)$, $m_1, \ldots, m_n$. Si l'on prend les variables physiques (η, p), (t, v), ou (v, p), le potentiel tbermodynamique deviendra, respectivement, χ, ψ ou ζ et l'on aura

$$(2)\qquad \mu_i = \left(\frac{\partial\varepsilon}{\partial m_i}\right)_{\eta,v,m} = \left(\frac{\partial\chi}{\partial m_i}\right)_{\eta,p,m} = \left(\frac{\partial\psi}{\partial m_i}\right)_{t,v,m} = \left(\frac{\partial\zeta}{\partial m_i}\right)_{t,p,m} \qquad (i=1, \ldots, n).$$

Gibbs ([1]) indique que d'autres groupes (potentiel thermodynamique, variables physiques et masses) pourraient être introduits. L'équation (2) montre qu'on a les relations *invariantes*

$$(3)\quad \mu_i \equiv \mu'_i(\eta, v, m_1 \ldots m_n) = \mu''_i(\eta, p, m_1 \ldots m_n) = \mu'''_i(t, v, m_1 \ldots m_n) = \mu^{\text{IV}}_i(t, p, m_1 \ldots m_n).$$

Passons aux *variables physiques quelconques* x, y, définies par

$$(1)\qquad x = x(t, p, m_1, \ldots, m_n), \qquad y = y(t, p, m_1, \ldots, m_n).$$

Faisons, avec Gibbs et Le Chatelier ([2]), l'*hypothèse* que le potentiel chimique $\bar{\mu}_i(x, y, m_1, \ldots, m_n)$ est *égal à chacun des* μ_i *apparaissant dans les formules* (2) ou (3). La relation (1) sera remplacée par

$$(5)\qquad dZ = X\,dx + Y\,dy + \sum_i \bar{\mu}_i(x, y, m_1, \ldots, m_n)\,dm_i,$$

où Z est le *potentiel thermodynamique relatif aux variables* x, y. Les dérivées partielles de X, Y, $\mu_1, \ldots, \mu_n$ doivent satisfaire aux conditions bien connues pour que dZ soit une différentielle *exacte*. On doit avoir, notamment,

$$(6)\qquad \left(\frac{\partial\bar{\mu}_i}{\partial m_j}\right)_{x,y} = \left(\frac{\partial\bar{\mu}_j}{\partial m_i}\right)_{x,y} \qquad (i, j = 1, \ldots, n).$$

Ces relations sont satisfaites lorsque (x, y) sont, respectivement, (η, v), (η, p), (t, v) ou (t, p). Mais, en général, elles ne seront pas satisfaites; donc *à des variables physiques* x, y *données, il ne correspond pas toujours de potentiel thermodynamique* Z.

Démonstration. — La relation (6) est équivalente à la suivante

$$(7)\qquad \left(\frac{\partial\mu_i}{\partial m_j}\right)_{t,p} + \left(\frac{\partial\mu_i}{\partial p}\right)_{t,m}\cdot\left(\frac{\partial p}{\partial m_j}\right)_{x,y} + \left(\frac{\partial\mu_i}{\partial t}\right)_{p,m}\cdot\left(\frac{\partial t}{\partial m_j}\right)_{x,y}$$
$$= \left(\frac{\partial\mu_j}{\partial m_i}\right)_{t,p} + \left(\frac{\partial\mu_j}{\partial p}\right)_{t,m}\cdot\left(\frac{\partial p}{\partial m_i}\right)_{x,y} + \left(\frac{\partial\mu_j}{\partial t}\right)_{p,m}\cdot\left(\frac{\partial t}{\partial m_i}\right)_{x,y}.$$

([1]) J. W. Gibbs, *loc. cit.*, p. 89. Traduction Le Chatelier, p. 56.

([2]) H. Le Chatelier, *loc. cit.*, note du traducteur, au bas de la page 15.

Puisque $d\zeta$ est une différentielle exacte, on trouvera que (7) peut s'écrire

$$(8)\quad \left(\frac{\partial v}{\partial m_i}\right)_{t,p}\cdot\left(\frac{\partial p}{\partial m_j}\right)_{x,y}-\left(\frac{\partial \eta}{\partial m_i}\right)_{t,p}\cdot\left(\frac{\partial t}{\partial m_j}\right)_{x,y} =\left(\frac{\partial v}{\partial m_j}\right)_{t,p}\cdot\left(\frac{\partial p}{\partial m_i}\right)_{x,y}-\left(\frac{\partial \eta}{\partial m_j}\right)_{t,p}\cdot\left(\frac{\partial t}{\partial m_i}\right)_{x,y}.$$

Prenons, par exemple, les variables p et v dans le cas des gaz parfaits.

La condition (8) ne sera pas satisfaite; donc les variables physiques p, v n'admettent pas de potentiel thermodynamique $Z(p, v, m_1, \ldots, m_n)$. C. Q. F. D.

II. *L'Affinité.* — Th. De Donder a démontré ([1]) qu'il existe une fonction d'état A appelée *affinité*, définie, *quelles que soient les variables physiques* x, y, par

$$(9)\quad \boxed{A=\frac{dQ'}{d\xi},}$$

où dQ' est la chaleur non compensée et où ξ est degré d'avancement de la réaction; dQ' et $d\xi$ se rapportent à une transformation dx, dy des variables physiques quelconques x, y et à une réaction dont $\nu_1, \ldots, \nu_n$ sont les coefficients stoechiométriques et $M_1, \ldots, M_n$ les masses molaires. On aura les relations *d'invariance*.

$$(10)\quad A\equiv \overline{A}(x, y, m_1, \ldots, m_n)=A'(\eta, v, m_1, \ldots, m_n)=\ldots$$

On démontre ([2]) que

$$(11)\quad A=-\sum_i \nu_i M_i \mu_i \qquad (i=1, \ldots, n),$$

où μ_i est donné par (2). On a, en outre,

$$(12)\quad A=-\left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial \xi}\right)_{\eta,v}=-\left(\frac{\partial \chi}{\partial \xi}\right)_{\eta,p}=-\left(\frac{\partial \psi}{\partial \xi}\right)_{t,v}=-\left(\frac{\partial \zeta}{\partial \xi}\right)_{t,p}.$$

Mais *on ne peut pas définir l'affinité* A *ni les potentiels chimiques* μ_i par les relations

$$(13)\quad A=-\left(\frac{\partial Z}{\partial \xi}\right)_{x,y}, \qquad \mu_i=\left(\frac{\partial Z}{\partial m_i}\right)_{x,y},$$

puisque le potentiel thermodynamique Z n'existe pas toujours.

([1]) Th. de Donder, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1334; 180, 1925, p. 1922. *L'Affinité*, Paris, 1927 (voir page 30).

([2]) Th. de Donder, *L'Affinité*, p. 36, 60, 65, formules (163), (282), (305).

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la loi du déplacement de l'équilibre*. Note de MM. **Paul Renaud** et **Ernest Baumgardt**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

M. Planck [1] étudie le principe publié en 1884 par M. Le Chatelier [2] en adoptant un énoncé donné par M. Braun [3] en 1888. L'auteur donne des exemples qui le mettent en défaut.

Nous nous proposons d'établir les deux points suivants :

L'énoncé de M. Le Chatelier n'est infirmé en rien;

L'énoncé de M. Braun est incorrect.

Voici successivement l'énoncé de M. Le Chatelier, celui de M. Braun et les critiques de M. Planck :

« Tout [4] système en équilibre chimique éprouve, du fait de la variation d'un seul des facteurs de l'équilibre, une transformation dans un sens tel que, si elle se produisait seule, elle amènerait une variation de signe contraire du facteur considéré.

» Cette [4] loi générale d'opposition de l'action et de la réaction... n'est que la généralisation de la condition de stabilité de l'équilibre des systèmes mécaniques. Cette condition bien connue est, en effet, que si l'on applique une force en un point du système en équilibre, il faut que la déformation du système amène le développement d'une force qui tende à produire un déplacement de sens contraire, c'est-à-dire d'une force de sens opposé à celle qui a été introduite. C'est ce que l'on exprime en disant que la réaction doit être opposée à l'action. »

Le principe de M. Le Chatelier est donc solidaire du principe mécanique. M. Braun s'est efforcé de les généraliser. Voici l'énoncé, critiqué par M. Planck, qui exprime la pensée de M. Braun :

« Lorsque l'on déplace l'équilibre en modifiant l'un des paramètres (*parameter*) (d'un système à deux paramètres), l'autre se modifie dans un sens tel qu'il atténue la modification imposée au premier. »

Or M. Planck dit : « Le principe de Le Chatelier-Braun est vrai si les

---

(1) Planck, *Annalen der Physik*, 19, avril 1934, p. 759.

(2) Le Chatelier, *Comptes rendus*, 99, 1884, p. 786.

(3) Braun, *Zeit. f. phys. Chem.*, 1, 1887, p. 259; *Wied. Ann.*, 33, 1888, p. 337.

(4) Le Chatelier, *Annales des Mines*, 8e série 13, 1888, p. 200 et 210.

deux paramètres sont de natures (intensité ou quantité) différentes, faux si les deux paramètres sont de même nature. »

Or, dans l'énoncé de M. Le Chatelier, il n'est pas question de deux paramètres, pas plus que dans l'énoncé mécanique. On doit donc se demander si la critique est valable pour eux.

Pour le voir prenons l'exemple mécanique de M. Planck. Un fil de caoutchouc est tendu horizontalement entre deux points fixes A et B. En deux autres points C et D de ce fil, deux nœuds du caoutchouc, on exerce des forces verticales. On a ainsi un système à deux paramètres, les deux forces. Si l'une augmente, l'autre ne se modifie pas comme elle devrait le faire d'après l'énoncé de M. Braun. Son action elle-même ne réagit pas contre celle de l'autre force, au contraire.

Au lieu de prendre comme paramètres les deux forces, on peut prendre comme paramètres la distance des nœuds à l'horizontale du caoutchouc, comme le fait M. Planck. Le principe de M. Braun indique que le déplacement subi par le premier nœud, sous l'action d'une force appliquée sur lui, est plus petit, quand on laisse libre le deuxième paramètre, que si on le ramène à sa valeur primitive. En réalité c'est le contraire. Si on part de l'état (o, o) des paramètres, du fil horizontal, et qu'on accroche un poids en C, le déplacement résultant sera plus grand, si on laisse D libre, que si on le ramène sur l'horizontale de AB. Le déplacement du premier paramètre n'est donc pas plus petit quand le deuxième paramètre reste libre. « Le deuxième paramètre, dit M. Planck, ne vient pas en aide au premier, il l'abandonne; il n'utilise pas sa mobilité libre à freiner la perturbation de l'équilibre initial, au contraire, il l'amplifie même par sa propre action. » Il s'ensuit que l'énoncé de M. Braun est inexact.

Par contre, le principe mécanique s'applique à cet équilibre stable, mais la réaction se développe dans le caoutchouc, par suite de son allongement, et non dans le deuxième paramètre.

Un système en équilibre stable forme un tout dont une partie, au moins, s'oppose à l'action par sa réaction. L'essai de localisation de la réaction, fait par M. Braun, a faussé le sens du principe. L'exemple précédent montre que son énoncé n'est pas équivalent de l'énoncé mécanique.

L'analogie entre ce dernier et l'énoncé de M. Le Chatelier d'une part, leur différence commune avec celui de M. Braun d'autre part, montrent que, s'il n'y a pas équivalence entre le premier et le troisième, il n'y a pas non plus équivalence entre le second et le troisième. On peut le vérifier au moyen des autres exemples de M. Planck.

Conclusion. — L'article de M. Planck montre indirectement que les énoncés de M. Le Chatelier et de M. Braun ne sont pas équivalents. Celui de M. Braun est incorrect. Le principe de M. Le Chatelier demeure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Existence de deux hydrates du thiocyanate de potassium.* Note (1) de MM. **André Chrétien** et **Oscar Hoffer**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons établi le diagramme de cristallisation du système SCNK — H^2O.

On n'observe pas l'ébullition d'une solution saturée sous la pression normale; par suite la courbe de cristallisation du thiocyanate se prolonge jusqu'à la température de fusion (177°,2; point B, figure). Le sel cristallise anhydre dans la majeure partie de l'échelle des températures, soit de + 6°,8 à 177°,2. La courbe correspondante (BC) a deux branches dont l'intersection (D) caractérise une transformation (142°,3) du sel anhydre. Nous retrouvons ainsi, en présence d'eau, le point de transformation signalé pour le sel solide par différents auteurs, dont Goszner (2) (1904). Les courbes de refroidissement des solutions relatives à la branche DB présentent une cassure et un court palier qui mettent en évidence deux phénomènes thermiques successifs : cristallisation commençante, puis transformation du solide. La température du palier ne dépend pas de la composition initiale et se confond pratiquement avec la température déterminée par extrapolation (point D). Les deux variétés solides du thiocyanate de potassium anhydre cristallisent donc à l'état de pureté au sein des solutions aqueuses.

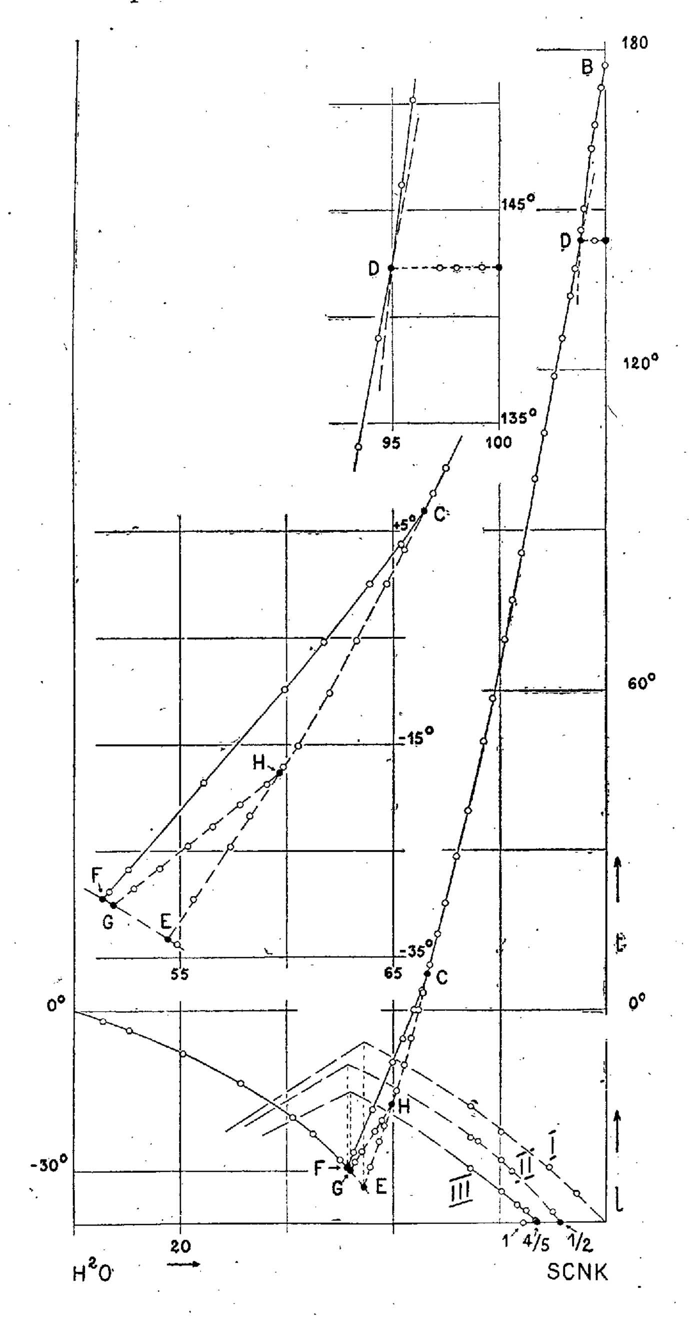
Au-dessous de + 6°,8, le thiocyanate anhydre est en équilibre métastable; sa courbe de solubilité peut être prolongée jusqu'au point d'eutexie E (température — 33°,2; concentration 54g,4 SCNK pour 100).

Une deuxième branche de solubilité part du point C et aboutit au point d'eutexie F (— 29°,5; 51g,2 SCNK pour 100). Le solide correspondant se forme en maintenant pendant plusieurs jours le mélange cryohydratique relatif au point E à basse température. Les germes ainsi obtenus permettent la transformation rapide des équilibres métastables relatifs au tronçon EC

(1) Séance du 25 novembre 1935.

(2) Goszner, *Z. Krystall.*, 38, 1904, p. 136.

en équilibres correspondants à la branche FC. Nous n'avons pas pu



provoquer une nouvelle perturbation; par suite, la branche FC paraît correspondre à des équilibres stables.

On obtient de nouveaux germes cristallins en refroidissant le mélange cryohydratique relatif au point E aux environs de — 45° pendant quelques heures. Ces derniers germes introduits dans une solution en équilibre métastable avec le thiocyanate anhydre, au-dessous de — 18°, donnent un nouvel équilibre. Les points figurant les solutions ainsi obtenues déterminent une petite courbe, GH, qui rejoint la courbe du sel anhydre au point H (— 17°,75; 59g,7 SCNK pour 100) et aboutit à un point d'eutexie G (— 30°,05; 51g,8 SCNK pour 100). Les équilibres relatifs à la courbe GH sont métastables par rapport à ceux qui correspondent à la courbe FC.

La nature des phases solides salines rencontrées aux basses températures est obtenue par la courbe des longueurs de paliers d'eutexie, déterminées avec un soin méticuleux (cette détermination est délicate). La longueur du palier est nulle pour le mélange ayant même composition que le solide considéré. On voit (figure) que le sel relatif au tronçon EC est bien anhydre (courbe I); la branche FC correspond à l'hémihydrate SCNK,1/2H^2O (courbe II); la branche GH se rapporte à l'hydrate SCNK,4/5H^2O (courbe III). (Ce résultat est confirmé par application de la méthode des « restes » au système H^2O — SCNK — OCNK.) Les points C et H sont donc des points de transition.

En résumé, le thiocyanate de potassium forme deux hydrates pauvres en eau : SCNK,1/2H^2O et SCNK,4/5H^2O. L'hémihydrate est la phase solide stable dans le système H^2O — SCNK depuis — 29°,5 à + 6°,8. L'hydrate SCNK,4/5H^2O est toujours métastable; on le rencontre de — 30°,1 à — 17°,75. Le diagramme de cristallisation a trois points cryohydratiques — deux correspondent à des équilibres métastables — deux points de transition (un équilibre métastable) et un point de transformation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la chaleur sur les ortho, pyro et métaarséniates de calcium et de strontium.* Note de M. **Henri Guérin**, présentée par M. Georges Urbain.

Orthoarséniates neutres. — Les orthoarséniates neutres de calcium et de strontium étudiés ont été préparés par action directe de l'acide arsénique sur les hydroxydes correspondants. Les composés ainsi obtenus répondent, aux erreurs d'analyse près, à la formule $As^2O^5.3OX$.

Ces sels sont parfaitement stables quand on les chauffe dans le vide jusqu'à 1200°.

Nous avons, de plus, constaté que les composés qui présentent un excès d'anhydride arsénique par rapport à la composition $As^2O^5.3OX$, soit qu'ils aient été préparés en présence d'un excès d'acide, soit qu'ils aient été légèrement hydrolysés au cours du lavage, se transformaient par chauffage dans le vide à 1000° en orthoarséniates neutres $As^2O^5.3OX$, en même temps qu'il se dégageait une faible quantité d'oxygène, et qu'apparaissait dans le tube un anneau blanc d'anhydride arsénieux.

Pyroarséniates. — Les pyroarséniates de calcium et de strontium obtenus par calcination des arséniates monoacides ont été soumis à l'essai suivant : 1g de chacun de ces composés est chauffé dans le vide par paliers d'une heure de 100° en 100° entre 400° et 1100°. Dès 800° l'apparition simultanée d'un dégagement d'oxygène et d'un anneau blanc d'anhydride arsénieux révèle l'instabilité de ces composés. La décomposition peut être représentée par le volume d'oxygène recueilli pour chaque température considérée, ce dégagement étant exprimé en centimètres cubes par millimolécule-gramme.

Températures...........	800°.	900°.	1000°.	1100°.	Total.
$As^2O^5.2OCa$	0,002	0,58	2,77	4,10	7,45
$As^2O^5.2OSr$..........	0,010	1,20	3,25	2,85	7,31

Les sels résiduaires sont les orthoarséniates $As^2O^5.3OCa$ et $As^2O^5.3OSr$.

Cette constatation, jointe à la considération du poids d'anhydride arsénieux recueilli dans le tube et du volume d'oxygène dégagé, indique que la transformation des pyroarséniates en orthoarséniates neutres s'effectue selon l'équation suivante

$$3As^2O^5.2OX = 2As^2O^5.3OX + As^2O^3 + O^2,$$

soit que l'on opère comme il a été dit, soit que l'on procède à des chauffes prolongées à des températures supérieures à 800°.

Métaarséniates. — En préparant les métaarséniates alcalino-terreux par calcination ménagée des orthoarséniates diacides, on observe que la teneur en anhydride arsénique du produit résultant varie avec la durée de la chauffe et avec la température à laquelle on opère. Cette teneur est d'autant plus faible, par rapport à celle d'un composé $As^2O^5.OX$, que la chauffe a été plus longue, ou que la température a été plus élevée.

En expérimentant de façon précise, ainsi qu'il a été fait pour les pyroarséniates, on a constaté que les métaarséniates de calcium et de strontium formaient, comme les pyroarséniates, des orthoarséniates neutres.

Le dégagement d'oxygène en centimètres cubes par millimolécule est indiqué ci-après :

Températures.....	600°.	700°.	800°.	900°.	1000°.	1100°.	Total.
$As^2O^5.OCa$....	0,17	0,25	3,70	5,35	1,89	1,68	13,04
$As^2O^5.OSr$.....	0,02	0,46	1,84	2,79	3,92	3,52	12,55

Les valeurs déficitaires des volumes d'oxygène dégagés par rapport à ceux qu'exigerait l'équation

$$3As^2O^5.OX = As^2O^5.3OX + 2As^2O^3 + 2O^2,$$

s'expliquent par la présence dans le sublimé d'anhydride arsénique.

Si l'on maintient suffisamment longtemps à température constante et entre 450° et 800° les métaarséniates, on reconnaît, d'une part, que la décomposition commence dès 500° et que, d'autre part, cette transformation qui a lieu avec formation d'oxygène, d'anhydride arsénieux et d'anhydride arsénique conduit aux pyroarséniates.

En résumé, les orthoarséniates neutres de calcium et de strontium peuvent être chauffés jusqu'à 1200° dans le vide sans varier de composition.

Les pyroarséniates se transforment au delà de 800° en orthoarséniates.

Les métaarséniates commencent à se décomposer dès 500°. Entre 500° et 800°, le terme final d'une chauffe prolongée jusqu'à cessation de dégagement gazeux est le pyroarséniate; à partir de cette dernière température, les pyroarséniates ainsi formés donnent naissance aux orthoarséniates neutres.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des oxydants sur l'hypoferrite de sodium.* Note de M. **Xavier Thiesse**, présentée par M. Robert Lespieau.

A partir des solutions d'hypoferrite de sodium (¹), on peut préparer $Fe(OH)^3$, différents ferrites de sodium et le ferrate de sodium. L'alcalinité de la solution d'hypoferrite est un facteur important permettant d'obtenir sélectivement les différents produits d'oxydation.

I. *Action du chlore sur les solutions saturées d'hypoferrite dans* NaOH :

a. Solutions à 35 *pour* 100 *de* NaOH (*Merck*). — A 120°C., le chlore oxyde l'hypoferrite en $Fe(OH)^3$, qui précipite.

b. Solutions à 40 *pour* 100 *de* NaOH. — On obtient un mélange de bâtonnets vert olive mal formés et de Fe^3O^4 Aq. brun noir.

c. Solutions à 50 *pour* 100 *de* NaOH. — Le chlore précipite vers 130-140°C. une masse vert olive formée de cristaux microscopiques jaune

(¹) X. Thièse, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 136.

vert (bâtonnets et sphérolithes) de faible biréfringence. On les essore sur un creuset d'alundum et les lave à l'eau froide dans une atmosphère d'azote pour éviter la carbonation. Après séchage sous vide phosphorique l'analyse a donné comme formule la plus probable

$$Fe(ONa)^3 . 10\,H^2O.$$

Molécules	Fe^2O^3.	Na^2O.	H^2O.
Échantillon nº 1	1	2,82	21,0
Échantillon nº 2	1	3,50	20,0

L'échantillon 1 a été partiellement hydrolysé; l'échantillon 2 insuffisamment lavé.

d. Solutions à 60-70 *pour* 100 *de* NaOH. — Vers 170-180°C., le chlore précipite un corps jaune clair formé du microscope de cristaux rhomboédriques. Après un traitement analogue à celui décrit plus haut, l'analyse a donné une constitution s'approchant de

$$Fe^2O^4Na^2.$$

On est en présence d'un métaferrite, signalé par Van Bemmelin et Klobbie [1].

Remarques. — 1° Le brome et Na^2O^2 donnent des réactions analogues à celles du chlore.

2° On peut préparer facilement à partir de l'hypoferrite de sodium des *solutions* de ferrite de sodium.

Il suffit de faire agir un oxydant sur des lessives de soude à 70 pour 100 contenant moins de 8g de $Fe(OH)^2$ par litre. Le ferrite ne précipite pas même si on dilue de moitié. On peut maintenir facilement 4g de $Fe(OH)^3$ par litre dans des lessives à 40 pour 100 de NaOH.

II. *Action de* $Pb(OH)^2$. — Si l'on ajoute à la solution chaude d'hypoferrite (50 pour 100 de NaOH) une pincée de $Pb(OH)^2$ fraîchement préparé, et si l'on agite vivement, on remarque la formation de fines aiguilles noires, à reflet nacré, qui n'ont pu être isolées (Pb ou Pb^2O) et qui se redissolvent rapidement après un léger dégagement gazeux, tandis que des aiguilles vertes de ferrite trisodique précipitent.

En admettant la formation transitoire de Pb^2O, on aurait

$$2\,Pb(OH)^2 + 2\,Fe(ONa)^2 + 2\,NaOH = 2\,Fe(ONa)^3 + Pb^2O + 3\,H^2O,$$
$$Pb^2O + 4\,NaOH = 2\,Pb(ONa)^2 + H^2O + H^2.$$

(1) VAN BEMMELIN et KLOBBE, *J. prakt. Chem.*, 46, 1892, p. 509.

En même temps une partie de $Pb(OH)^2$ est déshydratée et donne de la litharge insoluble PbO.

III. *Préparation de solutions de ferrate de sodium.* — On verse goutte à goutte l'hypoferrite de Na dans une solution chaude de ClONa (contenant 10 à 15 pour 100 de soude). La liqueur se colore en pourpre foncé : on est parvenu au stade ferrate de sodium, FeO^4Na^2.

On remarquera dans cette étude :

1° l'importance de la concentration en soude sur l'évolution de la réaction; en particulier, on obtient le métaferrite ou ferrite monosodique en milieu plus alcalin que le ferrite trisodique;

2° la réaction oxydante de $Pb(OH)^2$ sur l'hypoferrite de sodium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation des schistes bitumineux à la pression ordinaire.* Note [1] de M. **Jean Barlot**, présentée par M. Marcel Delépine.

La pyrogénation des schistes bitumineux dans une atmosphère d'azote, de gaz carbonique ou de vapeur d'eau, transforme une quantité variable de la matière organique totale en huile et en gaz.

Cette huile brute est un mélange complexe en équilibre instable, où se produisent spontanément des réactions de condensation et de polymérisation. Par distillation fractionnée on peut en extraire une série de carbures plus ou moins volatils, et il reste un résidu fixe, le brai, dont la proportion est à peu près de 25 à 35 pour 100 de la quantité totale d'huile. La partie liquide renferme en moyenne 40 à 60 pour 100 de carbures non saturés; d'autre part, le gaz dégagé au cours de la pyrogénation contient une quantité notable d'hydrogène libre, pouvant atteindre 40 pour 100 en poids.

Ces faits permettaient de prévoir que la pyrogénation faite en présence d'un excès d'hydrogène pourrait changer considérablement la nature des produits obtenus. En fait, des travaux récents ont établi que l'hydrogénation de certains schistes, sous pression élevée, augmente beaucoup les rendements, et améliore la qualité des produits formés [2].

Nous avons eu des résultats de ce genre, sans addition de catalyseur, et

(1) Séance du 18 novembre 1935.

(2) V. P. Tzuibasov et V. P. Efremov, *Les matières grasses, le pétrole et ses dérivés*, n° 323, 15 mars 1935, p. 10443.

sous une pression sensiblement égale à la pression atmosphérique, en distillant des schistes de diverses origines, dans l'hydrogène pur, ou dans l'hydrogène industriel, ou dans des mélanges de gaz carbonique et d'hydrogène contenant au moins 60 pour 100 de ce dernier. Dans ces conditions, le rendement en huile brute est légèrement augmenté (de 5 à 10 pour 100); les produits condensés renferment encore une proportion élevée de carbures non saturés (de 25 à 30 pour 100), mais soumis au fractionnement, ils distillent entièrement au-dessous de 360°, et ne donnent plus que d'infimes quantités de brai (0,5 à 1,5 pour 100). Le brai est un produit de moindre valeur : sa suppression presque totale entraîne une augmentation importante du pourcentage des huiles légères, et ainsi on peut envisager l'exploitation de gisements jusqu'à ce jour réputés trop pauvres.

L'appareil employé est du même type que celui précédemment décrit pour faire les analyses et les essais de rendement [1]. Il comprend essentiellement un ou plusieurs tubes d'acier de 4^{cm} de diamètre et de 40^{cm} de longueur, chauffés électriquement ou par des brûleurs à 500-600°, sur les deux tiers de leur surface. L'hydrogène, ou le mélange gazeux riche en hydrogène, arrive par une extrémité; la condensation se fait dans un flacon entouré d'eau, suivi d'un tube de Sommelet refroidi à — 70°, ou de laveurs à gasoil.

Il n'y a pas lieu de dessécher le gaz hydrogénant ni de le purifier avant emploi; de plus, il devient inutile d'injecter de la vapeur surchauffée, et en outre le schiste peut être disposé dans le tube sans précautions spéciales.

En atmosphère neutre, il faut assurer l'évacuation rapide des gaz et des liquides formés pour éviter des réactions secondaires; en milieu réducteur, l'observation de ces conditions a beaucoup moins d'importance.

Voici quelques caractéristiques d'huiles obtenues à partir de divers échantillons de schistes :

	Kukkersite d'Esthonie	Schistes d'Autun.	Schistes de Creveney.	Schistes du Chili.
Rendement en huile brute (%).	23	13	6,5	5
Distille entre.................	45° et 360°	42° et 350°	40° et 330°	42° et 345°
Teneur en brai (%)...........	1,5	1,1	0,8	1
Soufre total (%)...............	0,34	0,18	1,45	0,40
Pouvoir calorifique (calories)...	10485	10805	10685	10780

La plus grande partie du soufre est éliminée au cours de la pyrogénation sous forme d'hydrogène sulfuré, sans qu'il se produise d'attaque sensible des tubes d'acier.

---

(1) J. Barlot, *Bull. Soc. chim. de France*, 5e série, **1**, 1934, p. 1014.

BOTANIQUE. — *Sur quelques* Chætoceros *de l'Étang de Thau.* Note de M[lle] **Renée Le Blanc**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Nous avons fait connaître (1) les particularités essentielles de l'auxosporulation de *Chætoceros pseudocurvisetum*, recueilli dans l'Étang de Thau (Eaux Blanches), le 28 octobre 1933 par E. Chatton.

Le matériel qui fera l'objet des remarques suivantes a été récolté de la même manière, dans les mêmes parages, à diverses époques, entre le 8 août 1934 et le 6 juillet 1935.

Le cas le plus remarquable est celui de *Chætoceros L. Lauderi* Ralfs (= *Ch. Weissflogii* Schütt) dont les endocystes n'avaient pas encore été vus dans l'Étang de Thau et dont les auxospores étaient entièrement inconnues.

Les plankton des 3 et 6 juillet 1935 contient en effet, de très nombreuses chaînes de *Ch. Lauderi*, dont certaines sont pourvues de vésicules auxosporales issues de cellules végétatives deux fois plus longues que les cellules normales. Ces auxospores évoluent de deux façons :

1° les unes conservent l'état végétatif et donnent des chaînes filles de deux ou de plusieurs cellules (*fig.* 1);

2° les autres, moins fréquentes, contiennent un endocyste bien constitué (*fig.* 2), presque conforme au dessin original de Cleve (1897) reproduit par Hustedt (1930, p. 683).

Les différences essentielles, observées également dans les nombreux endocystes inclus dans les chaînes végétatives, concernent, d'une part, la présence d'une armature de piquants groupés au sommet de la valve secondaire et parfaitement représentés par Meunier (1913, Pl. II, fig. 28 et 31), d'autre part le développement généralement incomplet, ou même à peu près nul, de la couronne des piquants disposés en bordure de la valve primaire.

Des formations auxosporales ont pu être également observées dans deux autres espèces où elles étaient encore entièrement inconnues : *Chætoceros pseudobreve* Pavillard (*fig.* 3) et *Chætoceros danicum* Cleve (*fig.* 4 et 5). Ces auxospores toujours portées par des cellules de dimensions normales paraissent devoir évoluer uniquement en chaînes végétatives. Les très longues soies auxosporales de *Ch. pseudobreve* contiennent déjà les petits

(1) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 601.

corpuscules bacilliformes (chromoplastes ?) caractéristiques de l'espèce d'après Pavillard. Chez *Ch. danicum*, des tractus protoplasmiques très nets unissent le contenu de l'auxospore aux soies de la cellule végétative qui lui a donné naissance. Ces tractus contiennent de nombreux chromoplastes en bâtonnets, juxtaposés bout à bout.

Plusieurs autres espèces, indiscutablement caractérisées par leurs endocystes, n'avaient pas encore été signalées dans le plankton de l'Étang de Thau.

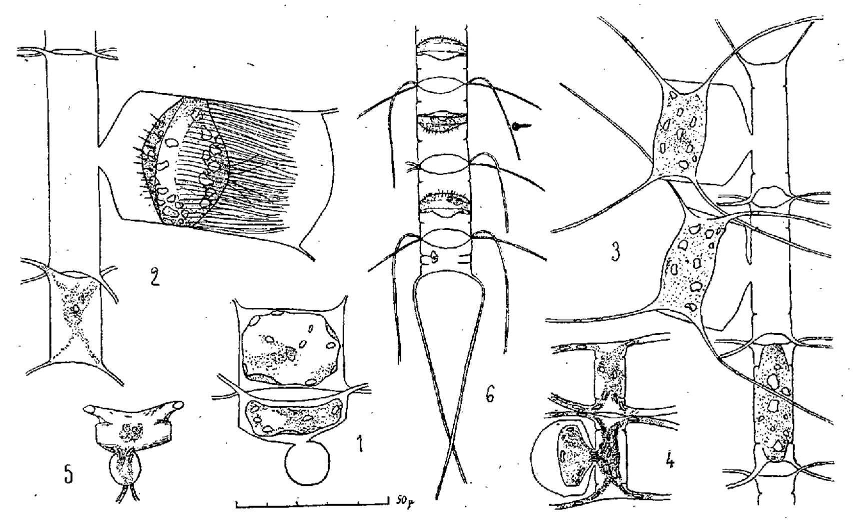


Fig. 1 à 6. — Auxospores et endocystes. — *Chætoceros Lauderi* : fig. 1, chaîne auxosporale bicellulaire fixée à la cellule mère; fig. 2, auxospore contenant un endocyste presque mûr. *Ch. pseudobreve* : fig. 3, chaîne végétative portant deux auxospores. *Ch. danicum* : fig. 4, chaîne végétative bicellulaire portant une auxospore; fig. 5, une auxospore jeune vue de profil. *Ch. paradoxum* : fig. 6, tronçon de chaîne avec endocystes épineux. (Gr. : 400 env.)

Tel est le *Chætoceros paradoxum* de Cleve, au sens de J. Ikari (1926); tous les détails morphologiques de nos chaînes (*fig.* 6) concordent avec la description et le dessin de Ikari, sauf à l'égard des endocystes, dont la valve primaire est distinctement épineuse et non lisse comme dans le matériel japonais.

Tels sont encore : *Chætoceros seiracanthus* Gran, espèce néritique de l'Atlantique tempéré, *Chætoceros teres* Cleve et enfin le très rare *Chætoceros Ingolfianus* Ostenfeld; la présence dans nos eaux de ces deux dernières espèces, considérées jusqu'ici comme strictement boréales, soulève une fois de plus le problème des affinités septentrionales du phytoplankton méditerranéen.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observation vitale des ponctuations tactiles des vrilles de* Bryonia dioica *Jacq*. Note de M. **Antonin Tronchet**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Nous avons observé *in vivo* des lambeaux d'épiderme de vrilles libres non pelotonnées, montés face externe en dessus dans le liquide de Ringer. Les ponctuations tactiles apparaissent sous forme de cercles ou d'ellipses (*fig.* A) et montrent dans leur cytoplasme des éléments de chondriome en forme de grains, de bâtonnets ou de courts filaments, et des granulations lipoïdiques plus réfringentes.

Si l'on met au point sur la couche cytoplasmique pariétale de la cellule, juste au-dessous d'une ponctuation tactile, on observe les mêmes éléments. En faisant encore varier la mise au point on voit que la cellule présente une couche cytoplasmique périphérique enveloppant une vaste vacuole à travers laquelle le cytoplasme envoie des trabécules. En plus des éléments déjà mentionnés le cytoplasme contient le noyau, assez volumineux, et quelques chloroplastes.

Les granulations lipoïdiques et les éléments du chondriome sont animés d'un mouvement de circulation plus ou moins rapide. Un fait important à noter est que celles de ces particules situées dans la ponctuation ne sont pas soustraites à ce mouvement. Par des observations prolongées, on voit des granulations lipoïdiques et des éléments de chondriome provenant de la couche cytoplasmique pariétale pénétrer dans la cavité de la ponctuation, se mouvoir à l'intérieur de celle-ci, puis plonger de nouveau dans la couche cytoplasmique pariétale où ils sont repris par les courants de circulation. Dans une de nos observations nous avons même vu un chloroplaste engagé dans une ponctuation tactile à large ouverture sortir de celle-ci, acccomplir un court trajet dans la couche cytoplasmique pariétale, puis, au bout de quelques instants, revenir dans la ponctuation. Ces observations laissaient dans l'incertitude une question importante : la ponctuation tactile contient-elle une dépendance du vacuome? Pour y répondre nous avons eu recours au procédé suivant : un lambeau d'épiderme est placé pendant plusieurs minutes dans un réactif vital colorant obtenu en ajoutant au liquide d'observation une *très faible* dose d'un mélange à parties égales de rouge neutre et de bleu de méthylène. Le lambeau d'épiderme est ensuite monté face externe *en dessous* dans une grosse goutte du réactif colorant. Les bords du lambeau tendent à se redresser perpendiculairement au

couvre-objet. En examinant alors les cellules vivantes que l'on reconnaît immédiatement à la teinte rouge de leur vacuome (les cellules tuées étant colorées en bleu ou bleu violacé), on peut en voir dans lesquelles les ponctuations tactiles apparaissent *de profil* lorsqu'on met au point pour le milieu de la cellule (*fig.* B). Nous avons vu ainsi la coloration rouge de la grande vacuole se prolonger dans la cavité de la ponctuation où la teinte

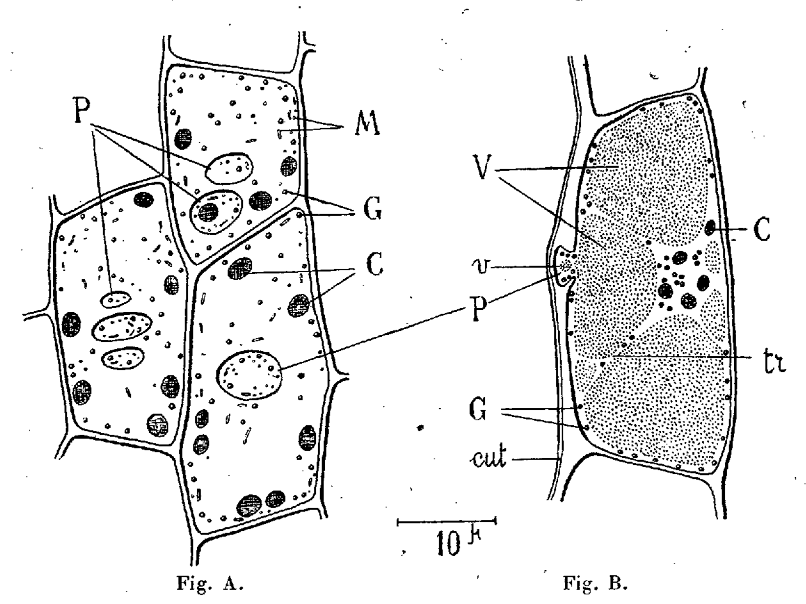


Fig. A. Fig. B.

Cellules épidermiques d'une vrille de Bryone observées de face dans le liquide de Ringer (*fig.* A) et de profil dans un réactif vital colorant (*fig.* B). P, ponctuations tactiles; C, chloroplastes; G, granulations lipoïdiques; M, éléments du chondriome; V et *v*, vacuome (pointillé); *tr*, trabécule cytoplasmique; *cut*, cuticule. On a représenté à la fois dans la figure A le contenu des ponctuations et la couche cytoplasmique pariétale sous-jacente, bien qu'ils ne soient pas visibles à la même mise au point. Le chondriome n'est pas représenté dans la figure B. Le noyau, situé dans un plan différent, n'est pas figuré.

est toutefois moins intense par suite de la différence d'épaisseur. Il est donc certain qu'une dépendance du vacuome peut exister à l'intérieur de la ponctuation. Nous avons même observé plusieurs fois dans celle-ci une petite vacuole paraissant complètement isolée.

Examinons *pour conclure* la signification cytophysiologique des ponctuations tactiles dans la mesure où nos observations le permettent. On pouvait se poser à ce sujet deux questions : 1° doit-on regarder le contenu cytoplasmique de la ponctuation tactile comme un *appendice de réception* (Borzi) étroitement spécialisé dans la perception des excitations thigmotropiques et spécialement différencié dans ce sens? 2° la ponctuation tactile

est-elle un simple dispositif anatomique ayant pour effet d'exposer davantage aux excitations de choc des expansions locales du protoplasme grâce à un amincissement limité de la membrane externe? Dans ce dernier cas, la perception du stimulus de choc ne tiendrait pas à une différenciation spéciale du contenu cytoplasmique de la ponctuation, mais appartiendrait au protoplasme tout entier et serait simplement facilitée par la faible épaisseur de la membrane qui ferme la ponctuation et la légère saillie que celle-ci forme très souvent à l'extérieur. Cette seconde interprétation seule s'accorde avec les faits que nous avons observés.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Cytologie des* copulations illégitimes *chez* Coprinus fimetarius. Note de M. **A. Quintanilha**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

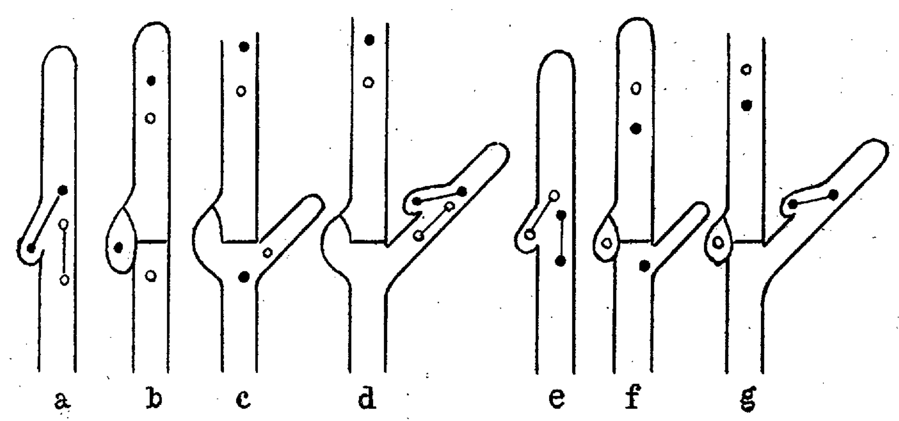
Coprinus fimetarius est un Hyménomycète hétérothallique tétrapolaire. Deux paires de facteurs mendéliens (A*a*, B*b*), localisées sur deux paires de chromosomes, sont responsables de l'existence, dans chaque génération de quatre sexes différents, mais complémentaires deux à deux (AB → *ab*, A*b* → *a*B).

Normalement des mycéliums secondaires, pourvus d'anses et de dicaryons, étant l'origine de fructifications, ne sont possibles que par confrontation de mycéliums primaires complémentaires, c'est-à-dire qui ne possèdent aucun facteur commun (AB + *ab* ou A*b* + *a*B). Il arrive néanmoins quelquefois que deux mycéliums primaires ayant un seul facteur commun donnent une « copulation illégitime », c'est-à-dire, sont l'origine d'un mycélium stérile et à anses fermées. Ni la cytologie de ces myceliums, ni les conditions qui déterminaient leur formation, ni leur descendance (on les croyait stériles) n'étaient connues.

Nous avons réussi à déterminer les conditions nécessaires à la formation de ces copulations illégitimes et à les faire fructifier régulièrement; nous avons étudié la cytologie des myceliums illégitimes et de leurs fructifications; nous avons analysé 78 tétrades de spores formées sur ces fructifications illégitimes. Les facteurs mendéliens (A*a*, B*b*), dont le jeu détermine la formation des quatre groupes sexuels, n'ont pas le même degré d'incompatibilité. Ainsi, tandis que la communauté d'un facteur de la paire A*a* détermine une incompatibilité absolue, des myceliums ayant un facteur commun B (ou *b*) peuvent donner lieu à une copulation

illégitime. Les copulations illégitimes sont d'autant plus rares que les mycéliums confrontés sont plus âgés. Si, au lieu de confronter des mycéliums, on ensemence dans la même goutte de milieu de culture deux spores convenables ($AB + aB$, ou $Ab + ab$), des anastomoses auront alors lieu entre des mycéliums primaires les plus jeunes possibles et un mycélium illégitime se formera régulièrement.

Ces mycéliums illégitimes possèdent des dicaryons, dont les deux



Divisions conjuguées et formation des anses chez les mycéliums secondaires normaux (a-d) et chez des mycéliums illégitimes (e-g).

noyaux se divisent simultanément, ces divisions conjuguées étant accompagnées de la formation d'anses, comme chez les mycéliums légitimes normaux. Mais tandis que chez ceux-ci deux dicaryons se forment à chaque division conjuguée (*fig.* a-d), chez les mycéliums illégitimes un seul dicaryon apparaît, les deux noyaux de l'autre restant toujours séparés l'un dans l'anse fermée (*fig.* e-g), l'autre dans l'hyphe.

Les cellules des hyphes devenues uninucléées, par suite de la dissociation des deux noyaux d'un dicaryon, donnent des rameaux et sont ainsi le point de départ d'un mycélium primaire, où néanmoins des anses se forment quelques fois; ces anses pourtant ne sont pas accompagnées de divisions conjuguées (*fig.* g). Ainsi un mycélium secondaire normal est homogène : toutes ses cellules sont binucléés; un mycélium illégitime, au contraire, est composé de cellules binucléées et uninucléées, ou bien un mélange d'un mycélium secondaire ($Ab + ab$) et de deux mycéliums primaies (Ab et ab).

Il est toujours possible de faire fructifier ces mycéliums illégitimes. Les carpophores sont anormaux du point de vue de la forme et du rythme de

développement[1]. Les cellules hyméniales de ces fructifications sont, elles aussi, de deux types différents : les unes binucléées, les autres à un seul noyau haploïde. Les unes et les autres peuvent produire des basides.

Chez les premières, à deux noyaux haploïdes, il y a une caryogamie suivie de deux divisions réductionnelles et formation des quatre noyaux haploïdes des spores; tandis que chez les basides uninucléées, il y a formation apogamique des spores. Le noyau haploïde unique se divise deux fois de suite et produit les quatre noyaux des spores. La caryogamie et les divisions de réduction chez les basides binucléées se passent comme dans le cas normal. Dans la première mitose des noyaux haploïdes des basides uninucléées, il y a souvent des chromosomes en retard, ce qui permet de les distinguer et même de les compter malgré leur petitesse extrême (0,25 à 0^{μ},35). Nous avons ainsi réussi à compter quatre chromosomes à l'haplophase.

Si les chromosomes en retard n'arrivent pas aux pôles, les deux noyaux qui résultent de la première division sont incomplets et la deuxième division est supprimée. Alors les deux noyaux ainsi formés descendent vers la partie moyenne de la baside et celle-ci dégénère. Le nombre de tétrades sur les lamelles des fructifications illégitimes est par conséquent très réduit par rapport à celui qu'on observe chez les fructifications légitimes.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Étude des pressions autour d'un Pigeon battant des ailes.* Note[2] de MM. **Antoine Magnan** et **Henry Girerd**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

A. Magnan a déjà montré que la sustentation et la propulsion des oiseaux et des insectes étaient assurées par les variations de pression que ces animaux provoquent au cours de leurs battements[3].

Nous avons poursuivi l'étude du champ aérodynamique autour d'un pigeon en utilisant la méthode expérimentale suivante :

Un manomètre à faible inertie (1/50e de seconde) est constitué par une capsule d'argent dont les déformations sont amplifiées au moyen d'un dispositif trifilaire.

Ce manomètre permet d'enregistrer photographiquement les variations

---

(1) Cf. le Mémoire sous presse dans le *Bol. Soc. Broteriana*, 10, 1935.

(2) Séance du 27 novembre 1935.

(3) A. Magnan, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 976.

de pression soit en un point fixe par rapport au corps de l'oiseau, soit en un point de l'extrados ou de l'intrados de l'aile.

Pour mesurer les pressions en un point fixe par rapport au corps de l'oiseau, nous avons utilisé un tube de cuivre de 4^{mm} de diamètre extérieur, percé de trous à 10^{mm} de son extrémité terminée en hémisphère. Les indications de pression données par un semblable tube augmentent de 5 pour 100 en valeur relative quand l'inclinaison du tube par rapport à un courant d'air passe de 0° à 30°. En raison de la connaissance fournie par la méthode des fumées de la direction générale du courant d'air autour de l'oiseau et des positions angulaires de l'oiseau pendant les battements, il a été possible d'orienter convenablement le tube.

Enfin la période propre du manomètre est largement suffisante pour suivre des variations dont la fréquence est de l'ordre du 1/7e de seconde.

Le tube a été placé en différents points du plan vertical de symétrie de l'oiseau. Les courbes obtenues confirment les résultats trouvés antérieurement par A. Magnan et Cl. Magnan [1] à savoir que le mouvement de l'air autour de l'oiseau est discontinu alors que le courant d'air créé par l'insecte est continu.

Les courbes de variation de pression présentent dans tout le plan vertical exploré une grande analogie tant au point de vue de leur forme que de l'amplitude de ces variations. La valeur maxima trouvée, près du corps de l'oiseau, est de 2^{mm} d'eau. Ces variations de pression sont toujours des dépressions par rapport à la pression atmosphérique de la pièce ou du lieu où se fait l'expérience.

Nous avons en outre mesuré la pression en différents points de l'extrados et de l'intrados de l'aile : ceci à l'aide de brassards métalliques épousant aussi complètement que possible le profil de l'aile sur laquelle ils sont cousus par des fils traversant les rémiges. L'orifice de prise de pression percé dans le brassard est relié au manomètre par un tube de caoutchouc assez long pour permettre à l'oiseau de voler sur une certaine distance. Les parois de ce tube sont épaisses et il a été vérifié que ses flexions n'ont qu'une influence négligeable sur le manomètre. D'une part, les variations de pression sont très faibles en valeur absolue et d'autre part, elles sont toujours des surpressions, alors que nous allons voir que les variations de pression constatées sur l'oiseau sont toujours des dépressions. L'influence des mouvements du tube de caoutchouc ne peut donc que diminuer d'une façon faible les dépressions enregistrées.

---

(1) A. Magnan et Cl. Magnan, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1369.

Malgré l'augmentation de poids que représentent les brassards et les tubes de caoutchouc le pigeon bat très aisément des ailes.

Les enregistrements ont été effectués en divers points de celles-ci.

Les diagrammes de pression (*fig.* 1), obtenus, montrent qu'au cours

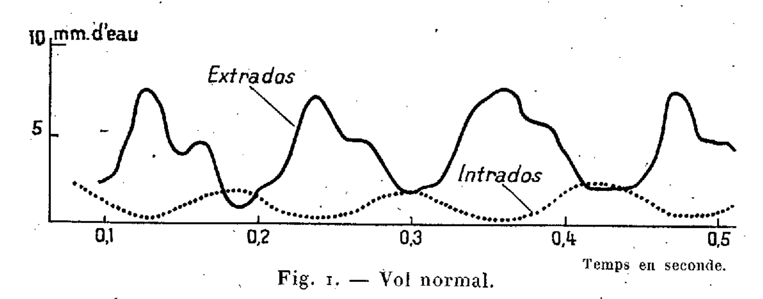


Fig. 1. — Vol normal.

d'un battement en plein vol, la variation de pression en un point de l'extrados suit une courbe ayant la même période que le coup d'aile.

Toutefois, il y a lieu de remarquer qu'en vol normal, il y a deux maxima dans cette courbe.

L'enregistrement simultané de la pression sur l'extrados et l'intrados ont mis en évidence ce fait que la courbe d'intrados a des maxima de même période que celle de l'extrados, mais plus faibles, et qui correspondent aux minima de la courbe d'extrados.

Si l'on tient le pigeon par les pattes, il cherche par un effort violent à

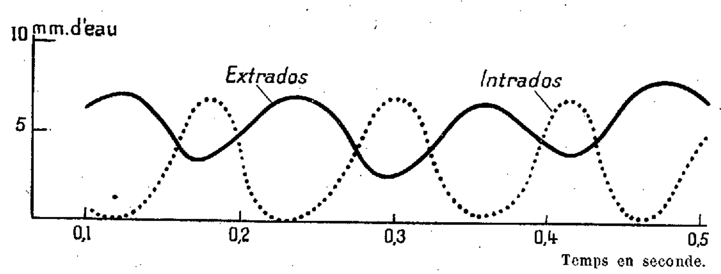


Fig. 2. — Le pigeon fait les efforts pour s'échapper.

s'échapper; les courbes enregistrées dans ces conditions (*fig.* 2) ont la même allure que précédemment, avec cette différence que la courbe d'intrados présente des maxima qui peuvent être de même valeur que ceux de la courbe d'extrados.

Ces constatations montrent en outre que le battement a pour effet de provoquer une dépression aussi bien à la relevée qu'à l'abaissée, la dépression de la relevée paraissant survenir pour compenser en partie la diminution de l'effet de vide résultant de l'abaissement de l'aile.

GÉNÉTIQUE. — *Sur les conditions de l'autodifférenciation des caractères mendéliens.* Note de MM. **Boris Ephrussi** et **George W. Beadle**, présentée par M. Maurice Caullery.

La méthode de transplantation d'ébauches, récemment introduite dans l'étude de la Drosophile ([1]), a permis la réalisation de combinaisons nombreuses entre tissus de constitution génétique différente. Un des résultats importants de ce travail est la mise en évidence des conditions qui régissent l'autodifférenciation ou la non-autodifférenciation des caractères.

Il a été admis d'abord que l'autodifférenciation des caractères mendéliens est une règle générale. Plus tard, on a observé un certain nombre d'exceptions à cette règle; à côté de gènes à effets autonomes, on a trouvé des gènes à effets non autonomes dans le développement. Aujourd'hui, nous pouvons aller plus loin et dire que l'autodifférenciation d'un caractère n'est pas une propriété essentielle d'un gène, qui, selon son comportement, peut être classé dans l'une ou l'autre des deux catégories; elle est, elle-même, fonction des conditions du milieu génotypique.

Illustrons ce qui vient d'être dit par un exemple déjà signalé dans une Note précédente ([2]). Une ébauche d'œil *cinnabar* (*cn*), implantée dans une larve du type sauvage (+), se développe en un œil présentant une pigmentation +; implantée dans une larve *vermilion* (*v*), la même ébauche fournit un œil *cn*. Le caractère *cn* apparaît donc comme non autonome dans le premier cas et comme autonome dans le second. Et le comportement du caractère *cn*, tantôt autonome, tantôt non autonome dans le développement, est visiblement déterminé, dans ce cas, par l'état du gène *v* : en présence de *v* il y a autodifférenciation de *cn*, en présence de + *v* type sauvage non-autodifférenciation. Une interaction de ce type n'est pas exceptionnelle. En faisant des implantations des yeux *v* et *cn* dans toute la série des mutants connus pour la couleur des yeux, on peut voir que le développement des couleurs *v* et *cn* dépend de la même façon des gènes + *cn*, + *cm*, + *p* et + *rb*.

L'existence d'une telle interaction entre gènes n'a rien de surprenant. Les faits de Génétique pure ont déjà amené les généticiens à des conceptions où les interactions entre gènes tiennent une place importante. L'expé-

([1]) Ephrussi, Boris et Georges W. Beadle, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 98-99.

([2]) Beadle, Georges et Boris Ephrussi, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 620-622.

rience que nous allons citer maintenant montrera combien ces interactions peuvent être larges.

Si l'on implante dans des larves *v* des ébauches des yeux +, la pigmentation + se développe normalement dans les yeux greffés. Si l'on implante dans des larves de la même nature une ébauche d'œil *bar* (B-gène affectant la forme seule de l'œil, sans que sa coloration soit affectée), l'ébauche greffée se développe en un œil qui est B et *v*. Ici encore, le type de différenciation d'un caractère est donc déterminé par un gène et, dans le cas précis, par un gène qui n'affecte apparemment que la forme de l'œil et non sa couleur.

L'expérience décrite montre en plus que des caractères dominants peuvent aussi, dans certaines conditions, devenir non autonomes dans le développement. Par là, son résultat se rapproche de celui obtenu par Sturtevant (¹) dans l'étude du comportement de B dans les mosaïques. L'autodifférenciation, ou la non-autodifférenciation des caractères, n'ont donc rien à faire avec leur nature dominante ou récessive.

La non-autodifférenciation de + peut être produite également dans une autre combinaison. Si l'on implante une ébauche d'œil + dans une larve *claret* (*ca*), l'œil greffé développe une coloration *ca*. Comme l'action du milieu + sur l'œil *v* ne peut s'expliquer que par l'intervention d'une substance qui n'est pas produite en absence du gène $+^{v}$, de même la formation du pigment *ca* par l'œil + implanté dans *ca* ne peut s'expliquer que par l'absence d'une substance nécessaire à la formation du pigment +.

Mais un tel mécanisme, suffisant pour le cas du développement d'un œil + implanté dans *ca*, est insuffisant pour expliquer l'action de B. Cette dernière rentre mieux dans le cadre d'une interprétation différente, qui voit la cause de la non-autodifférenciation de l'œil B implanté dans une larve *v*, dans le décalage (dans le temps) de la réaction qui mène à la formation du pigment +, par rapport à quelque autre processus intervenant dans cette réaction et se produisant dans un autre organe de la larve. Cette interprétation, qui peut d'ailleurs n'être qu'un cas particulier de la première, trouve une confirmation indirecte dans des expériences de transplantation, dans lesquelles le greffon et l'hôte diffèrent non seulement par la constitution génotypique, mais encore par leur âge. Et, effectivement, l'implantation d'ébauches d'yeux + provenant de larves *v* âgées de 2 jours et demi depuis l'éclosion de l'œuf, dans des larves âgées de 4 jours, fournit

(¹) A. H. Sturtevant, *Proc. VI Internat. Cong. Genet.*, 1, 1932, p. 304-307.

des yeux greffés d'une couleur *vermillon* ou d'une teinte intermédiaire entre v et $+$.

Conclusion : L'autodifférenciation ou la non-autodifférenciation des caractères dépend de la nature du milieu génotypique.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la fixation et l'échange des cations chez les êtres vivants. Caractère de généralité des lois d'échange des bases.* Note de M. **Jean Lavollay**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Les zéolithes et les permutites, certains précipités colloïdaux (silice, oxydes de Fe et d'Al) présentent le phénomène d'échange des bases. La terre arable doit le même pouvoir aux argiles et aux colloïdes humiques. En première approximation, la fixation d'un cation par ces substances obéit à la loi de Freundlich,

$$Y = Kx^{\frac{1}{p}}, \qquad K = \text{const.} \qquad \left(\frac{1}{p} < 1\right).$$

En pratique il s'agit toujours d'un échange qui vérifie sensiblement à l'équilibre la relation

$$\left[\frac{C_1}{C_2}\right]_{\text{zéol.}} = K\left[\frac{C_1}{C_2}\right]^{\alpha}_{\text{liquide}} \qquad (\alpha \lesseqgtr 1)$$

dans le cas de deux cations.

Il était légitime de se demander si certains constituants de la matière vivante ne présentaient pas des propriétés analogues. On sait que tel est le cas de l'amidon ([1]). Déjà les travaux de Devaux ont proposé la comparaison des pouvoirs absorbants des parois cellulaires et du sol pour les sels dissous. Gènevois et Génaud ont assimilé la cellule vivante à un précipité salin dont les cations s'échangent contre ceux de la solution ambiante. Les expériences de Génaud ([2]) ont démontré l'équivalence des cations échangés.

A. *Croissance des organismes en fonction de la concentration dans le milieu nutritif d'un cation indispensable.* — Le calcul montre qu'il est possible de déterminer un intervalle de concentrations x à l'intérieur duquel la croissance y dépend de x suivant une relation de la forme $y = kx^{\frac{1}{p}}$.

([1]) H. Tryller, *Chem. Zeit.*, 44, 1920, p. 833.

([2]) P. Génaud, *Thèse*, Paris, 1930.

Tel est notamment le cas : 1° des rendements de culture : *a*, d'*Aspergillus niger* (1) pour des concentrations en magnésium du milieu nutritif de 4 à 50^{mg} pour 100^{cm^3} ; *b*, d'*Oïdium lactis* (2) pour des concentrations en magnésium de 2,5 à 25^{mg} pour 100^{cm^3} ; *c*, de l'Orge (3) cultivé sur sable pour des apports variés de K ; 2° de la croissance des jeunes rats (4) pour des concentrations en Mg $< 55^{mg}$ pour 100^g de régime alimentaire.

B. *Concentration d'un cation dans l'organisme en fonction de sa concentration dans le milieu nutritif.* — Le calcul montre qu'il existe un intervalle de concentrations x du cation envisagé dans le milieu nutritif pour lesquelles les concentrations du cation dans l'organisme y dépendent de x suivant une loi de la forme $y = kx^{\frac{1}{p}}$.

Cet intervalle de concentrations correspond à des conditions physiologiques voisines de la normale.

Tel est le cas de l'absorption : 1° du potassium, par *Penicillium glaucum* (5), pour des apports de K compris entre 40 et 200^{mg} pour 100^{cm^3} ; 2° du magnésium, par l'*Aspergillus niger* (6), dans l'intervalle $10\text{-}100^{mg}$ de mg pour 100^{cm^3} ; 3° du Ca et du Pb, par les cellules de levure de bière (7) dans les intervalles respectifs $20\text{-}80^{mg}$ pour 1000 et $200\text{-}1000^{mg}$ pour 1000.

Des chapitres A et B on déduit facilement par le calcul que la quantité Y d'un cation présent dans l'organisme s'exprime en fonction du poids P de celui-ci par une relation de la forme $Y = KP^a$. Des relations de cette forme ont été signalées par Teissier (8) à propos des constituants biochimiques de l'insecte en voie de croissance.

C. *Rapport de deux cations fixés par l'organisme en fonction de leur rapport dans le milieu nutritif.* — Les cations envisagés ici sont Ca, Mg et K. Des expériences antérieures sur le Maïs (9), cultivé en solutions renouvelées et des recherches personnelles sur le Rat, montrent que, toutes choses

---

(1) E. Canals, *Bull. Soc. chim. biol.*, **11**, 1929, p. 15.

(2) G. Linossier, *C. R. Soc. Biol.*, **80**, 1917, p. 533.

(3) H. Hellriegel, cité d'après J. Russel, *Les conditions du sol et la croissance des plantes* (trad. Matisse), p. 46.

(4) J. Lavollay, *Bull. Soc. chim. biol.*, **13**, 1931, p. 1205, et expériences non publiées.

(5) Bretin, Manceau et Rey ; *C. R. Soc. de Biol.*, **106**, 1931, p. 197.

(6) E. Canals, *Bull. Soc. chim. biol.*, **11**, 1929, p. 15.

(7) P. Génaud, *Thèse*, Paris, 1930.

(8) G. Teissier, *Thèse*, Paris, 1931.

(9) G. Barbier, *C. R. Ac. d'Agric.*, **20**, 1934, p. 386.

égales d'ailleurs et entre certaines limites du rapport dans le milieu nutritif, la relation suivante se vérifie

$$\left[\frac{C_1}{C_2}\right]_{\text{Fixés}} = K \left[\frac{C_1}{C_2}\right]^{\alpha}_{\text{Milieu nutritif}}.$$

La fixation et l'échange des cations par les organismes sont donc, en première approximation, conformes aux lois de l'échange des bases. Cette similitude de loi ne doit être considérée que comme une simple présomption d'identité intime; il convient d'envisager celle-ci comme une hypothèse de travail commode.

Si l'on assimile les échanges de cations des végétaux à des échanges de bases on est en mesure de prévoir le sens de variation des rapports Ca/Mg et Ca/K fixés, à mesure que l'on s'élève de la racine aux parties supérieures de la plante. Ces prévisions sont d'accord avec l'expérience.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur un acide-ester contenu dans la racine de valériane officinale.* Note de M. **Emil Cionga**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons indiqué [1] l'origine de la matière première et décrit les différentes opérations qui nous ont permis d'isoler la *pyrryl-α-méthyl-cétone*. Le présent travail est consacré à l'étude de la partie acide des mêmes produits industriels : les sels sodiques provenant de la saturation par une solution à 25 pour 100 de carbonate neutre de sodium, sont débarrassés des corps neutres par l'éther, puis décomposés par une solution d'acide chlorhydrique à 50 pour 100. Les acides libérés sont extraits à l'éther. Après élimination du solvant on obtient un liquide brun à forte odeur valérianique, qu'on distille sous pression réduite. A la suite de nombreux fractionnements on isole un acide liquide (Éb. 120-122° sous $0^{mm},60$).

3740g de résidu industriel donnent 1443g de mélange acide. On en prélève 990g d'où l'on sépare 375g d'acides volatils (Éb. < 86° sous 17^{mm}) et 614g de résidu; de celui-ci une portion de 402g fournit 157g d'un liquide bouillant entre 60° et 150° sous 2^{mm}. Par des rectifications successives, on isole de cette fraction, 27g de l'acide Éb. 120-122° sous $0^{mm},6$, soit 1,7 pour 100 du résidu industriel mis en jeu.

Ce produit est incolore ou à peine teinté en jaune, de consistance huileuse et à odeur non désagréable; il ne fixe par le brome.

---

(1) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 780-782.

Constantes physico-chimiques (acide Éb. 120-122° sous $0^{mm},60$). $D_0^{16} = 1,0214$; $(\alpha)_D^{20} = +4°,83$ dans un tube de $0^{dm},2$; cryoscopie (Rast) : 204,7; 226,4; équivalent en KOH; trouvé : 200,8; 202; calculé pour $C^{10}H^{18}O^4$ (²), 202; $N_D^{19} = 1,43657$, R. M., trouvé 51,95; calculé pour $C^{10}H^{18}O^4$ (¹), 51,56. Analyse : trouvé, C pour 100, 59,86; H pour 100, 8,83; calculé pour $C^{10}H^{18}O^4$ (²), C pour 100, 59,4; H pour 100, 8,97.

Des essais préliminaires nous ayant montré que des fractions acides correspondantes donnaient, à l'estérification une quantité notable de valérates d'éthyle ou de méthyle, nous avons alors hydrolysé l'acide lui-même en opérant, soit en milieu alcalin, soit en milieu acide. Dans les deux cas, nous avons obtenu deux acides par distillation des produits de l'hydrolyse : un acide liquide, *l'acide isovalérique* identifié par son anilide (P. F. 115°) et un acide cristallisant immédiatement après sa distillation. Cet acide se présente sous la forme de paillettes blanches soyeuses, sublimables, très solubles dans l'eau et l'alcool, assez solubles dans l'éther. Purifié par recristallisation de l'éther de pétrole bouillant (Éb. 30-50°), il présente les constantes suivantes : Éb. 124-125° sous 13^{mm}, P. F. 66°,5-67°,5; $(\alpha)_D^{21} = -1°,56$ (dans l'eau); cryoscopie (Rast.): 140,8; équivalent NaOH trouvé : 118,7, 115,8; calculé pour $C^5H^{10}O^3$: 118. Analyse : trouvé C pour 100, 50,8; H pour 100, 8,8; calculé pour $C^5H^{10}O^3$: C pour 100,50,8; H pour 100, 8,5; OH pour 100 (Zerewitinoff) trouvé : 29,7, 30,7; calculé pour $C^5H^{10}O^3$, pour 2OH, 28,8.

L'oxydation de cet acide, au moyen de O^2Pb a permis de caractériser d'une part l'anhydride carbonique et d'autre part l'aldéhyde isobutyrique, isolé sous la forme de 2.4-dinitro-phényl-hydrazone (P. F. 183° bloc.). Le mélange de cette hydrazone avec l'hydrazone préparée à partir de l'aldéhyde isobutyrique de synthèse ne présente pas de dépression du point de fusion.

Ces données nous conduisent à admettre que l'acide cristallisé, obtenu par hydrolyse de l'acide liquide (Éb. 120-122° sous $0^{mm},60$) est un acide alcool de formule $C^5H^{10}O^3$, à savoir : le *l*-α-oxy-β-méthyl-butanoïque ou l'acide α-oxyisovalérique gauche.

L'équation de l'hydrolyse de l'acide-ester est la suivante :

$$C^{10}H^{18}O^4 + H^2O = C^5H^{10}O^2 + C^5H^{10}O^3$$

et nous avons obtenu les deux produits de l'hydrolyse en quantité très voisine de la théorie.

(¹) Justification dans la suite de la Note.

On trouve peu de renseignements sur les acides α-oxyisovalériques; seuls, l'acide inactif et son isomère gauche ont été décrits, les deux obtenus par synthèse : E. Fischer et H. Scheibler [1] ont essayé de préparer l'acide gauche, mais, faute de substance, ces auteurs n'ont pu mener à bien la purification de leur produit et durent reconnaître l'impossibilité dans laquelle ils se trouvèrent de donner un point de fusion constant.

En résumé, l'acide liquide (Éb. 120-122° sous $0^{mm},60$) de la valériane officinale stabilisée est un acide-ester de formule $C^{10}H^{18}O^4$, dont la constitution est la suivante :

$$(CH^3)^2-CH-CH[O-CO-CH^2-CH-(CH^3)^2]-COOH.$$

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Comparaison de l'action acétonémiante de quelques lipides alimentaires et de l'huile de ricin.* Note de MM. **Raoul Lecoq** et **René Carel**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Les recherches antérieures de Lecoq et Savare ont montré que l'huile de ricin, présente en forte proportion dans un régime, devient une cause de déséquilibre alimentaire qui se manifeste par la production de crises polynévritiques chez le pigeon, malgré l'addition de quantités élevées de vitamines B données sous forme de levure de bière. Ce déséquilibre n'est pas dû à l'apport de substances drastiques ou toxiques car l'huile de ricin peut être utilisée pendant de très longues périodes de temps par l'organisme animal, au même titre que les lipides alimentaires habituels, quand les constituants de la ration présentent entre eux des rapports satisfaisants [2].

Certains auteurs pensent qu'une simple action physique exercée sur le tube digestif par le ricinoléide, principal constituant de l'huile, suffirait à expliquer son action purgative. Il nous a semblé que celle-ci était liée plutôt au déséquilibre nutritif provoqué dans l'organisme par la désintégration de ce corps.

En vue d'établir la prépondérance du phénomène chimique sur le phénomène physique, nous avons dosé dans le sang les corps cétoniques dus à l'ingestion de l'huile de ricin et aussi d'autres lipides, spécialement la graisse de beurre et l'huile d'olive. De cette manière, nous pensions juger

---

(1) *Ber. d. chem. Ges.*, **41**, 1908, p. 2891-2902.

(2) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1693, et **198**, 1934, p. 1540.

	Acétone + acide acétylacétique.						Acide β-hydroxybutyrique.					
	Avant.	1/2 h.	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.	Avant.	1/2 h.	1 h.	2 h.	3 h.	4 h.
Humains.												
Graisse de beurre.												
Sujet 1	2,35	2,30	1,53	1,89	2,00	2,25	10,87	18,75	13,12	11,37	12,03	12,20
» 2	1,74	1,43	3,12	1,68	1,22	1,19	5,25	6,62	18,50	9,75	7,50	6,45
» 3	2,56	5,63	6,65	4,60	4,35	3,75	12,50	10,60	21,87	10,60	8,75	12,87
» 4	2,81	3,17	4,60	5,12	2,96	2,55	8,75	10,00	47,50	17,42	13,80	20,00
Moyenne	2,36	3,13	3,97	3,31	2,63	2,43	9,34	11,47	25,24	17,28	10,52	12,88
Huile d'olive.												
Sujet 1	3,43	2,71	2,81	2,65	3,08	3,20	11,37	15,75	16,33	16,45	12,60	10,80
» 2	2,56	2,96	2,81	2,56	3,79	3,05	6,87	9,12	9,25	9,37	7,87	6,75
» 3	2,72	2,45	3,48	3,32	3,18	3,00	13,37	23,75	28,12	19,40	13,25	12,50
» 4	1,28	1,25	1,32	1,40	1,35	1,18	8,12	8,50	10,00	11,35	8,40	7,80
Moyenne	2,49	2,34	2,60	2,48	2,83	2,60	9,93	14,28	15,92	14,14	10,53	9,46
Huile de ricin.												
Sujet 1	1,68	1,02	1,79	1,81	1,74	2,08	4,20	7,75	11,80	6,20	6,64	7,10
» 2	1,53	1,30	2,04	3,07	2,56	2,45	6,25	7,50	14,00	12,75	8,87	6,50
» 3	1,79	1,43	2,96	1,12	0,76	2,29	18,75	20,00	18,38	6,87	3,75	10,00
» 4	2,30	2,12	2,40	2,40	2,16	2,09	13,75	40,85	29,37	28,10	18,40	17,80
Moyenne	1,82	1,46	2,29	2,10	1,80	2,22	10,73	19,02	18,48	13,48	9,41	10,35
Animaux.												
Beurre.												
Chiens (Moy. s/2).	4,52	3,48	3,11	2,68	2,45	2,07	25,01	30,51	33,87	16,40	17,21	19,62
Lapins (Moy. s/3).	2,56	»	1,97	2,87	2,70	2,54	9,05	»	12,66	19,29	33,60	16,86
Rats (Moy. s/3)	5,68	4,14	3,99	3,36	3,27	4,41	17,80	22,00	21,05	15,70	15,37	11,87
Huile d'olive.												
Chiens (Moy. s/2).	2,68	2,61	2,80	2,68	3,32	3,52	30,56	42,68	34,25	33,38	26,12	24,45
Lapins (Moy. s/3).	2,30	»	2,19	1,96	2,12	4,17	19,77	»	35,77	38,20	35,12	28,75
Rats (Moy. s/3)	5,88	5,01	2,79	2,10	5,72	4,85	18,12	21,50	27,85	37,20	16,70	8,75
Huile de ricin.												
Chiens (Moy. s/2).	2,21	3,09	2,30	2,30	2,65	2,05	10,08	10,83	12,73	18,12	19,94	20,35
Lapins (Moy. s/3).	2,50	»	2,37	2,02	2,74	3,24	13,65	»	18,66	22,51	40,58	43,39
Rats (Moy. s/3)	4,70	2,62	2,54	2,50	3,68	3,75	15,00	16,02	17,70	9,50	10,02	8,75

si l'huile de ricin passe véritablement dans l'organisme et si elle s'y trouve désintégrée et comburée, ainsi que les autres lipides.

Comme sujets d'expérience, nous avons utilisé comparativement : l'homme, le chien, le lapin et le rat. Les prélèvements étaient effectués, soit à la veine du pli du coude, chez l'homme, soit par ponction intracardiaque, chez le chien et le lapin, soit enfin par décapitation, chez le rat. Les dosages furent pratiqués sur le sang total oxalaté, par la méthode d'Engfeldt et portèrent séparément sur le bloc acétone (acétone + acide acétyl-acétique) et sur l'acide β-hydroxybutyrique. La première prise (à jeun) était suivie de l'ingestion 20^g (homme), 10^g (chien), 5^g (lapin), 2^g (rat) de corps gras, les prises s'échelonnant ensuite 1/2, 1, 2, 3, 4 heures après. Les résultats trouvés, exprimés en milligrammes pour 100^{cm^3} de sang total, sont groupés dans le tableau ci-dessus.

Conclusions. — L'élévation de l'acétone totale et plus spécialement du taux d'acide β-hydroxybutyrique dans le sang, qui suit l'ingestion de l'huile de ricin, de même que l'ingestion de graisse de beurre ou d'huile d'olive, fournit une bonne preuve de l'assimilation intestinale de cette huile et de sa désintégration dans l'organisme. Le fait a été constaté aussi bien chez l'homme que chez le chien, le lapin et le rat.

Cependant les variations de l'acétonémie restent trop comparables entre les lipides essayés pour que celles-ci se montrent en relation avec la production possible d'un déséquilibre alimentaire.

Il semble que l'activité de l'huile de ricin ne puisse être attribuée à une simple action physique exercée sur le tube digestif, mais qu'elle doive au contraire être rapportée à une action chimique générale dont le processus reste à préciser.

La séance est levée à $16^h 20^m$.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance, M. le **Président** s'exprime en ces termes :

La mort de notre éminent Confrère le professeur **Charles Richet** nous a tous péniblement surpris. Bien qu'il eût atteint un âge avancé, rien ne laissait prévoir une fin aussi proche : jusqu'au dernier moment il est resté sur la brèche continuant de se passionner pour toutes les causes qui lui semblaient justes et pour toutes les idées généreuses, il les défendait avec une éloquence persuasive, un charme particulier et une autorité sans égale : sa disparition laisse un grand vide dans notre Compagnie.

Charles Richet, à la différence de plusieurs d'entre nous, n'a pas connu les débuts difficiles et l'incertitude du lendemain ; fils d'un grand chirurgien des hôpitaux de Paris, il a vécu dans un milieu où la science était en honneur ; il a choisi sa voie en toute liberté et l'a orientée à son gré.

De bonne heure notre Confrère s'est trouvé en contact avec les maîtres incontestés de la science, les Verneuil, les Vulpian, les Wurtz, les Berthelot, les Marey, les Claude Bernard ; entouré dans son laboratoire d'un cercle d'amis et de savants collaborateurs, il a pu donner dans une atmosphère favorable un libre essor à ses dons naturels, à sa belle intelligence et à ses facultés admirables d'observation.

Trois faits essentiels se dégagent, au dire même de notre Confrère, de l'ensemble de ses nombreux travaux.

L'un est l'explication du mécanisme de la régulation thermique chez les animaux dépourvus de respiration cutanée. Charles Richet, de 1885 à 1895

a montré sur des chiens exposés à une température élevée, qu'ils se refroidissent par l'évaporation de l'eau à la surface du poumon et par une respiration fréquente : c'est la *polypnée thermique*. On ignorait d'autre part complètement comment se réchauffaient les animaux refroidis : notre savant physiologiste démontre que le réchauffement est dû à une contraction générale de tous les muscles : c'est le *frisson thermique*.

Mais les deux découvertes qui ont rendu le nom de Charles Richet justement célèbre dans le domaine de la thérapeutique expérimentale et celui de la pathologie générale, sont liées, l'une à l'origine de la *sérothérapie*, et l'autre au phénomène connu sous le nom d'*anaphylaxie*.

Au cours de nombreuses expériences, notre confrère remarqua, en collaboration avec son ami Héricourt, qu'en injectant à un lapin le sang d'un chien contaminé par un bacille et guéri, le lapin était immunisé et vivait : *le sang d'un animal immunisé transmet donc à un second animal l'immunité du premier*. Les beaux travaux de Behring et de Roux sur le traitement de la diphtérie par la *sérothérapie* ont permis d'employer cette méthode pour diverses autres maladies : on ne saurait guère fournir de chiffres sur le nombre considérable d'existences humaines sauvées dans le monde entier par cette méthode qui s'ajoute à celle des vaccinations.

En pathologie générale, les expériences qui devaient conduire Charles Richet à la découverte de l'*anaphylaxie* furent commencées en collaboration avec Portier : celle-ci consiste dans le fait que l'introduction de certains poisons albuminoïdes dans le sang détermine un état d'hyper-sensibilité de l'organisme telle qu'une nouvelle injection, même à doses infinitésimales, provoque parfois des accidents graves : c'est une notion dont il y a lieu maintenant de tenir un grand compte dans les vaccinations et les intoxications.

Les grandes découvertes réalisées par notre Confrère au cours de sa longue carrière ont rendu son nom illustre et lui ont valu les plus hautes distinctions : membre de l'Académie de Médecine en 1898, prix Nobel de Physiologie en 1913; en 1914 membre de l'Académie des Sciences qu'il présida en 1933; grand officier de la Légion d'honneur en 1926.

Je m'excuse de n'avoir donné ici qu'une analyse très incomplète de l'œuvre scientifique de notre Confrère : j'aurais aimé également à vous parler de son activité en tous les domaines de la pensée et de l'expérimentation. Poète et fabuliste à ses heures, il s'était intéressé non sans succès aux débuts de l'aviation : pacifiste dans le meilleur sens du mot, il n'a cessé de combattre l'idée de guerre par ses écrits et ses conférences. En précurseur que rien n'arrête, Charles Richet n'a pas craint d'aborder les

délicats problèmes du spiritisme et de ce qu'il a désigné sous le nom de Métapsychologie, ses conceptions hardies sur ce sujet délicat entre tous font partie de ces questions auxquelles l'avenir seul peut fournir une solution acceptable, sinon définitive.

J'adresse à sa veuve, dont l'affection et le dévouement ont embelli la vie de notre regretté Confrère, à ses enfants et à toute la famille l'expression de nos vives condoléances.

Je vais lever la séance en signe de deuil.

Notre Correspondant dans la Section de Botanique, le Professeur **Henri Jumelle** vient de mourir à l'âge de 69 ans laissant après lui un ensemble remarquable de travaux.

Alors qu'il était préparateur à la Sorbonne, puis Chef de Travaux, il a publié de nombreuses recherches de physiologie végétale qui ont attiré l'attention du monde savant.

Signalons parmi ces travaux ceux qui concernent la migration des substances chez les plantes annuelles : il montre que ces plantes ont une tendance à devenir pluriannuelles ou même vivaces en fin de saison.

Des expériences d'un autre ordre sont relatives à la transpiration et à l'assimilation des plantes vertes par les feuilles et mettent en évidence l'équilibre qui se manifeste entre ces deux fonctions.

On pourrait citer beaucoup d'autres observations ayant les unes pour objet de montrer la possibilité pour les plantes d'assimiler à des températures inférieures à zéro, les autres de mettre en évidence l'influence des substances minérales sur la structure des végétaux.

Nommé professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, M. Henri Jumelle change l'orientation de ses recherches; profitant des nombreux documents qu'il arrive à se procurer facilement, il étudie les plantes tropicales de nos colonies, s'attache à les décrire en détail et indique les propriétés qui permettent de les utiliser.

Les premiers résultats sont condensés dans deux ouvrages importants : *Les plantes à caoutchouc et à gutta* des pays chauds et *Les ressources agricoles et forestières des colonies françaises*.

Mais le professeur Henri Jumelle a voulu faire davantage : il a publié de nombreuses Notes et Mémoires dans un recueil fondé par E. Heckel en 1893 sous le titre *Annales du Musée colonial de Marseille;* on y trouve la description de nombreux genres nouveaux et d'espèces provenant de nos colonies. Ces descriptions sont accompagnées de magnifiques

planches qui font de cette publication une mine inépuisable de renseignements : la valeur en est encore rehaussée par les collaborateurs qu'il avait su réunir autour de lui avec son bel ouvrage sur la *Végétation malgache*. Nous citerons en particulier Perrier de la Bâthie et le professeur Choux, de la Faculté de Caen qui nous a fait connaître les Asclépiadées et les Sapindacées de Madagascar.

Notre savant Correspondant avait réuni au Musée colonial de Marseille, dont il était Directeur de belles collections : tout récemment, il donnait un Catalogue descriptif de celles qui proviennent de l'Afrique équatoriale française et qui comprennent toute la série des plantes oléagineuses. On ne saurait trop insister sur l'intérêt scientifique et pratique de telles études.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action d'un enrichissement de l'atmosphère en oxygène sur le développement des plantes.* Note de M. **Marin Molliard.**

Différents travaux nous renseignent sur les variations que subissent dans leur intensité diverses fonctions de la plante, particulièrement la respiration (W. Johannsen) (1) et le phénomène chlorophyllien (O. Warburg) (2), quand la teneur de l'air en oxygène vient à augmenter au cours de l'expérience.

J'ai à mon tour recherché comment les plantes se comportent dans leur développement général lorsque celui-ci s'effectue d'une façon constante en présence d'une atmosphère enrichie en oxygène. Des cultures de Radis ont été effectuées aseptiquement dans des tubes fermés à l'ouate et placés à l'intérieur d'éprouvettes dans lesquelles on entretenait une circulation constante d'une atmosphère de composition connue; pour les lots qui seront envisagés dans cette Note il s'agit d'air normal ou additionné d'oxygène de manière à ce que la teneur en ce gaz atteigne 40, 60 ou 80 pour 100; l'atmosphère contenait de plus une certaine quantité (1 pour 100) de gaz carbonique assurant constamment la possibilité de l'assimilation chlorophyllienne. Chaque série de cultures comportait des plantes se développant sur un milieu exclusivement minéral et d'autres sur ce même milieu additionné de 7,5 pour 100 de saccharose.

L'aspect des cultures apparaît comme très influencé par le taux sous

(1) *Untersuch. aus den botanischen Institut zu Tübingen*, **1**, 1885, p. 686.

(2) *Biochem. Zeitschrift*, **103**, 1920, p. 188.

lequel l'oxygène est fourni à la plante et le développement est nettement diminué par une augmentation de la teneur en oxygène; les poids de substance sèche obtenus au bout de 20, 40 ou 54 jours de développement sont donnés par le tableau suivant; ils correspondent à des plantes provenant du semis de graines pesant de 12 à 13^{mg} et dont l'amande avait à l'état sec un poids moyen de 10^{mg},9.

Poids de la substance sèche.

Teneur de l'atmosphère en oxygène.	Au bout de 20 jours.		Au bout de 40 jours.		Au bout de 54 jours.	
	Milieu minéral.	Milieu sucré.	Milieu minéral.	Milieu sucré.	Milieu minéral.	Milieu sucré.
%	mg	mg	mg	mg	mg	mg
20.........	62	58	144	311	178	386
40.........	45	49	61	107	61	135
60.........	24	32	21	87	13	83
80.........	23	30	14	38	10	54

Ces valeurs du poids de la substance sèche sont d'ailleurs en rapport avec l'aspect général des cultures; c'est toujours en présence de la teneur normale de l'air en oxygène que les jeunes plantes sont le mieux développées; c'est seulement pour une concentration de 20 pour 100, plus rarement pour une teneur de 40 pour 100 en oxygène que les plantes tubérisent leur axe hypocotylé dans le milieu sucré. Le développement qui dure plusieurs mois en présence d'air normal commence à faiblir au bout de 54 jours pour la série correspondant à une teneur en oxygène de 40 pour 100; les plantes sont alors sensiblement plus petites et moins vertes, plusieurs feuilles sont alors desséchées.

Mais c'est surtout pour des teneurs en oxygène de 60 et 80 pour 100 que le développement est modifié; avec 60 pour 100 d'oxygène, toutes les feuilles, restées petites, sont déjà desséchées au bout de 40 jours, le phénomène étant un peu retardé pour les plantes à qui on fournit du saccharose et se trouve accentué chez les plantes qui croissent dans une atmosphère contenant 80 pour 100 d'oxygène; on voit que pour ces dernières, le poids de substance sèche est sensiblement celui qui correspond à l'amande.

La plante sur laquelle ont porté ces expériences présente donc au début de la germination une allure assez comparable, mais subit vite un arrêt d'autant plus rapide que la teneur en oxygène est plus forte; l'excès d'oxygène intervient-il par une augmentation des phénomènes respiratoires ou bien agit-il plus spécialement sur le pigment chlorophyllien dont la diminution entraîne un abaissement de l'assimilation chlorophyllienne?

Il semble bien que ce soit la seconde hypothèse qui soit surtout à retenir; c'est du moins ce que nous pouvons conclure de nouvelles expériences faites sur un organisme dépourvu de chlorophylle, le *Sterigmatocystis nigra*.

Des cultures de ce Champignon ont été faites sur le milieu ordinairement employé, comprenant les substances minérales nécessaires et 7^{g} de saccharose pour un volume de 150^{cm^3}; elles ont été effectuées dans une chambre étuve obscure, à la température de 35°; on faisait passer dans les fioles un courant continu, soit d'air normal, soit d'oxygène pur; je n'envisagerai ici que cette teneur extrême de l'oxygène à laquelle la Mucédinée résiste très aisément. Les cultures faites en présence d'oxygène pur présentent par rapport à celles qui ont lieu dans l'air normal renouvelé les principaux caractères différentiels suivants :

Le développement accuse un retard appréciable; alors que les cultures faites dans des conditions normales d'aération commencent à germer au bout 18 heures après le semis, ce n'est qu'au bout de 30 heures que le même phénomène se produit en présence d'oxygène pur.

En second lieu le poids de substance sèche atteint son maximum (3420^{mg}) au bout de 2 jours 18 heures en présence d'air ordinaire; ce n'est qu'au bout de 4 jours que ce résultat est atteint avec l'oxygène pur et le nouveau maximum est un peu plus faible (3010^{mg}) que dans le premier cas.

On comprend que la substance sèche ait un poids plus faible en présence d'une teneur en oxygène qui augmente les oxydations de la cellule; mais on voit que la différence n'est pas très considérable et que l'oxygène pur agit beaucoup moins brutalement sur le *Sterigmatocystis nigra* que sur une plante verte telle que le Radis.

Lorsque tout le sucre est utilisé nous observons dans l'air la formation ordinaire des conidies dont la couleur noire est caractéristique; en présence d'un courant d'oxygène pour le pigment qui apparaît est sensiblement différent et la lame mycélienne, au lieu d'être d'un noir franc, acquiert une coloration d'un rouge très particulier (rouge brique brunâtre) que j'ai d'ailleurs observé sur des cultures effectuées à l'air sur certains milieux paraissant agir par oxydation du pigment normal; il est en tout cas intéressant de constater qu'on peut obtenir pour le *Sterigmatocystis nigra* cultivé dans des atmosphères bien définies une couleur très différente de celle qui lui a valu sa désignation spécifique.

BOTANIQUE. — *Sur la sexualité des Levures et sur les relations de ces Champignons avec les Exoascées.* Note de M. **Alexandre Guilliermond.**

Nous avons démontré (1901-1904) ([1]) qu'au point de vue de leur sexualité, il y a lieu de distinguer deux types de Levures : les unes (*Schizosaccharomyces*, *Zygosaccharomyces*), etc. ont une conjugaison précédant immédiatement la formation de l'asque et sont par conséquent haplobiontiques; elles sont étroitement apparentées aux Endomycétées; les autres (*Saccharomycodes*, *Saccharomyces*, etc.), offrent une sexualité consistant en la conjugaison de leurs ascospores au moment de la germination de celles-ci et sont donc diplobiontiques. Ces dernières offrent par leur sexualité des caractères qui les éloignaient jusqu'ici de tous les autres Ascomycétes. Aussi, tandis que nos résultats sur le premier type de Levures sont devenus rapidement classiques, ceux relatifs au second, bien qu'étudiés avec beaucoup de précision, n'ont été accueillis qu'avec une certaine réserve.

Parmi les Levures appartenant à cette seconde catégorie, nous avons montré que, dans le *Saccharomycodes Ludwigii*, la conjugaison des ascospores est un processus presque général, tandis que, dans les *Saccharomyces*, le phénomène ne se produit qu'entre un certain nombre des ascospores et que beaucoup germent isolément par un mode que nous considérions comme parthénogénétique. Nous n'avions pas eu l'idée de suivre la destinée des cellules issues des ascospores germant sans être conjuguées. Dès 1918, MM. Kruis et Satava ([2]), reprenant l'étude de la germination des acospores dans plusieurs espèces de *Saccharomyces*, ont montré que, dans tous les cas où les ascospores germent isolément, les cellules haploïdes auxquelles elles donnent naissance se conjuguent et fournissent des zygospores qui sont le point de départ de nombreuses générations de cellules diploïdes. Le travail de ce savant, écrit en tchèque, est resté complètement ignoré jusque dans ces derniers temps où M. Winge ([3]) vient de confirmer ses résultats sur divers *Saccharomyces* (*S. ellipsoideus*, *validus* et *Marchialanus*).

Ces résultats très importants nous ont amené à entreprendre de nou-

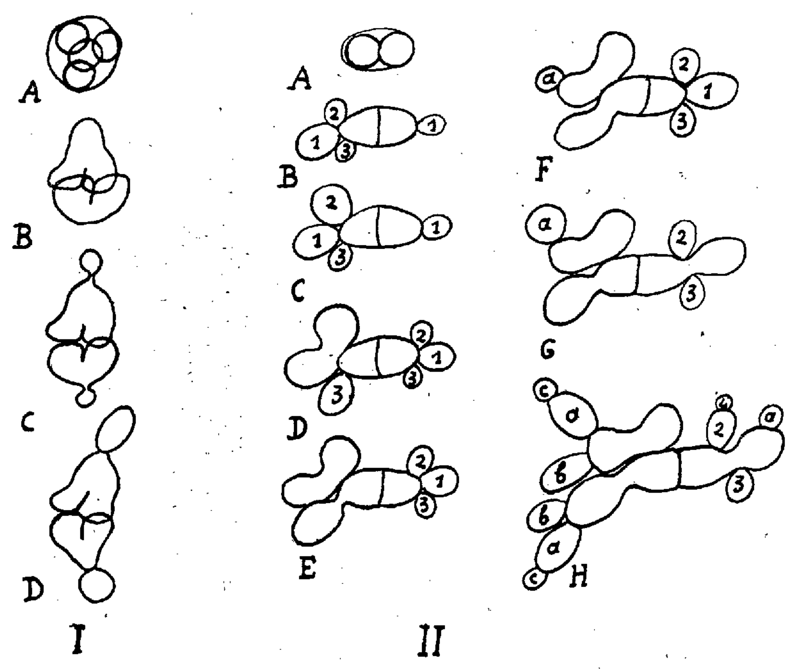
---

([1]) *Comptes rendus*, **133**, 1901, p. 1252, et *Rev. gén. Bot.*, **17**, 1904, p. 337.

([2]) *O Vyvoji a kliceni spór Jakoz i Sexualité Kvasinek* (*Akad. Cisare Frantiska Josepha*, 1918, p. 1).

([3]) *C. R. Lab. Carlsberg*, **21**, 1935, p. 77.

velles recherches sur le sujet. Nous avons choisi pour cela le *Saccharomyces paradoxus*, isolé par Batschinskaja, et qui a donné lieu de la part de cet auteur à une interprétation étrange que nous avons déjà rectifiée : ce savant admettait qu'il se produisait dans le cycle de cette Levure deux conjugaisons successives, l'une entre les ascospores, l'autre entre les cellules



I : A, Asque à 4 ascospores; B à D, germination des ascospores après conjugaison et début du bourgeonnement des zygospores. — II : Asque à 2 ascospores; B à H, germination des ascospores; celles-ci se soudent l'une à l'autre par l'une de leurs faces (en contact) qui apparaît comme une cloison transversale. Les cellules dérivées de leurs bourgeonnements sont indiquées par des chiffres selon leur ordre de formation; en D, les deux cellules 1 et 2, issues du bourgeonnement de l'ascospore de gauche, se sont conjuguées. En E, une deuxième zygospore s'est formée par conjugaison de la cellule 3 avec l'ascospore de gauche. En G, l'ascospore de droite s'est fusionnée avec la cellule 1. Les cellules diploïdes issues du bourgeonnement des zygospores sont indiquées par des lettres.

issues de la germination de la zygospore formée par la fusion de deux ascospores.

Nous avons isolé sur gouttelette pendante, en chambre humide de Van Tieghem et Le Monnier, des asques de cette Levure, et nous avons suivi sous le microscope toutes les phases de la germination de leurs ascospores. L'isolement était fait le soir vers 19h et, le lendemain matin, les ascospores

gonflées commençaient à germer : il était donc facile de suivre leur germination pendant la journée.

Les asques de *S. paradoxus* renferment de 1 à 4 ascospores, le plus souvent 4. Dans beaucoup de cas, la conjugaison s'opère entre les ascospores elles-mêmes (*fig.* 1, A, D) et les zygospores qui en résultent germent immédiatement en fournissant de nombreuses cellules diploïdes. Assez fréquemment aussi, elles germent isolément. En ce cas, elles donnent naissance à un petit nombre (2 à 10) de cellules haploïdes qui ne tardent pas à se conjuguer deux à deux pour former des zygospores. Celles-ci germent en produisant de nombreuses générations de cellules diploïdes qui dans les vieilles cultures se transforment en asques. Toutefois toutes les cellules issues de la germination des ascospores ne se conjuguent pas et il en est toujours un certain nombre qui demeurent haploïdes : il est permis de supposer que ce sont elles qui dans la culture âgée sont asporogènes. La conjugaison peut s'opérer entre les cellules provenant d'une même ascospore ou d'ascospores différentes. Souvent, elle s'effectue de très bonne heure entre les deux ou trois premières cellules formées par une ascospore, parfois même entre une ascospore et l'une des premières cellules issues de son bourgeonnement ou même entre deux ascospores ayant déjà fourni plusieurs cellules filles (*fig.* 3, A à H). L'observation d'asques ne renfermant qu'une seule ascospore nous a permis de nous assurer que la Levure est homothallique : une seule ascospore isolée donne naissance à des cellules haploïdes capables de se conjuguer et de fournir des zygospores.

Ainsi, il résulte de ces faits bien établis aujourd'hui qu'entre les Levures haplobiontiques à conjugaison précédant l'asque (*Schizosaccharomyces*, *Zyosaccharomyces*) et les Levures diplobiontiques dans lesquels la conjugaison s'opère constamment entre les ascospores (*Saccharomycodes Ludwigii*), il existe de nombreuses Levures (*Saccharomyces*) occupant une position intermédiaire entre les deux premières catégories et dans lesquelles la conjugaison peut s'effectuer entre les ascospores elles-mêmes, mais semble s'opérer plus souvent entre les premières cellules haploïdes issues du bourgeonnement des ascospores : il peut donc y avoir dans ces Levures intercalation de plusieurs générations haploïdes avant la conjugaison; il y a un acheminement vers une alternance de générations.

En plaçant sur blocs de plâtres des asques gonflées par un séjour de 12 heures dans du moût gélosé, on constate que les ascospores germent en ne fournissant qu'un très petit nombre de cellules haploïdes : celles-ci se conjuguent aussitôt et les zygospores qui résultent de ce phénomène ne

donnent lieu qu'à la formation d'une ou deux cellules diploïdes qui évoluent immédiatement en asques; ces zygospores peuvent se transformer elles-mêmes directement en asques et parfois même cette transformation s'opère aux dépens des zygospores issues de la conjugaison directe des ascospores. Il y a donc un raccourcissement du cycle évolutif.

Ces faits ont une conséquence très importante au point de vue phylogénétique qui a échappé à M. Winge. Ils apportent, en effet, une confirmation remarquable à une théorie que nous avons formulée en 1931 ([1]), à la suite des travaux de Mlle Wieben sur les Exoascées, et qui rapproche les Levures diplobiontiques de ces Champignons. Mlle Wieben a établi que dans *Taphrina epiphylla*, la conjugaison se produit entre des conidies levures issues de la germination des ascospores. Cette conjugaison n'est pas accompagnée de caryogamie : les deux noyaux restent associés en dicaryon et la zygospore est le point de départ d'un mycélium à cellules binucléées qui donnent naissance aux asques, au début de la formation desquelles s'opère la caryogamie. Jusqu'ici, la question du dicaryon mise à part, la différence essentielle entre le cycle *T. epiphylla* et celui des Levures diplobiontiques résidait dans le fait que, dans la première, la conjugaison s'opère seulement entre des conidies-levures haploïdes dérivées de la germination des ascospores, alors que dans les secondes elle a lieu entre les ascospores elles-mêmes. Cette différence n'existe plus aujourd'hui que l'on sait que beaucoup de Levures se comportent comme *T. epiphylla*. Il convient enfin de rappeler que dans la Levure de Johannisberg, nous avons montré, dans nos anciennes recherches ([2]), que la caryogamie dans la zygospore peut être retardée et que souvent elle ne s'opère qu'après le début de la formation du premier bourgeon (la division nucléaire ne commençant que lorsque le bourgeon a presque acquis sa taille définitive). Il nous est même arrivé de constater que parfois les deux noyaux ne se fusionnent pas et se divisent simultanément pour ne se confondre que dans le premier bourgeon. Il y a donc là un acheminement vers le dicaryon. Tout ceci jette un jour nouveau sur les affinités des Levures et des Exoascées et nous permet d'admettre des rapports étroits entre les Endomycétées, les Saccaromycétées et les Exoascées.

([1]) *Travaux cryptogamiques dédiés à L. Mangin*, 1931, p. 257.
([2]) *Centr. f. Bak.*, 26, 1906, p. 577.

CORRESPONDANCE.

M. **Charles Camichel** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place de Membre non résidant, vacante par le décès de M. *Charles Flahault*.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la place de Membre titulaire vacante au Bureau des Longitudes par le décès de l'Amiral *Fournier*.

(Renvoi à la Division des Sciences mathématiques.)

ANALYSE COMBINATOIRE. — *Un problème combinatoire général sur les groupes de permutations et le calcul du nombre des isomères des composés organiques.* Note [1] de M. **Georges Pólya**, présentée par M. Gaston Julia.

J'énoncerai mon problème en langage concret et sous une forme légèrement spécialisée.

1. On donne des figures différentes entre elles Φ, Φ^*, Φ^{**}, ... Ces figures contiennent trois espèces d'objets, des *rouges*, des *bleus* et des *blancs*. Le nombre des figures contenant k rouges, l bleus et m blancs est a_{klm}. On pose

$$\Sigma a_{klm} x^k y^l z^m = f(x, y, z),$$
$$f(x, y, z) = f_1, \quad f(x^2, y^2, z^2) = f_2, \quad f(x^3, y^3, z^3) = f_3, \quad \ldots.$$

2. On donne p points déterminés dans l'espace et un groupe $\mathcal{H}$ d'ordre h permutant ces points. Soit $H_{j_1 j_2 \ldots j_p}$ le nombre des permutations de $\mathcal{H}$ laissant j_1 points à leur place et opérant j_2 transpositions, j_3 cycles d'ordre 3, j_4 cycles d'ordre 4, etc. Ces permutations seront appelées du *type* $[j_1, j_2, \ldots, j_p]$; naturellement $1j_1 + 2j_2 + \ldots + pj_p = p$.

3. En plaçant p figures parmi Φ, Φ^*, Φ^{**}, ... aux p points on obtient une *configuration* $(\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_p)$; les figures peuvent être répétées, c'est-à-dire la même figure peut apparaître à plusieurs points de la même

(1) Séance du 2 décembre 1935.

configuration. Deux configurations $(\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_p)$ et $(\Phi'_1, \Phi'_2, \ldots, \Phi'_p)$ sont identiques si $\Phi_1 = \Phi'_1, \Phi_2 = \Phi'_2, \ldots, \Phi_p = \Phi'_p$, et elles sont appelées *équivalentes* mod $\mathcal{H}$ s'il existe une permutation

$$S_i = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \ldots & p \\ i_1 & i_2 & \ldots & i_p \end{pmatrix} \tag{1}$$

du groupe $\mathcal{H}$ telle que $\Phi_{i_1} = \Phi'_1, \Phi_{i_2} = \Phi'_2, \ldots, \Phi_{i_p} = \Phi'_p$.

4. On cherche le *nombre* A_{klm} *des configurations non-équivalentes* mod $\mathcal{H}$ *qui contiennent k rouges, l bleus et m blancs*. Nous allons trouver la fonction génératrice

$$\Sigma A_{klm} x^k y^l z^m = \mathcal{F}(x, y, z).$$

5. On dit que la configuration $(\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_p)$ *admet* la permutation (1) si $\Phi_1 = \Phi_{i_1}, \Phi_2 = \Phi_{i_2}, \ldots, \Phi_p = \Phi_{i_p}$. Appelons $A_{klm}(S_i)$ le nombre de configurations admettant S_i et contenant k rouges, l bleus et m blancs. Si le type de S_i est $[j_1, j_2, \ldots, j_p]$ on voit facilement (ce n'est que le procédé classique d'Euler) que

$$\Sigma A_{klm}(S_i) x^k y^l z^m = f_1^{j_1} f_2^{j_2} \ldots f_p^{j_p}. \tag{2}$$

6. Les permutations de $\mathcal{H}$ admises par une configuration déterminée C forment un sous-groupe $\mathcal{G}$ d'ordre g. Le nombre des configurations différentes entre elles, mais équivalentes à C, est h/g et chacune de ces configurations admet un sous-groupe, dont l'ordre est g. Chacune de ces h/g configurations contient les mêmes nombres k, l, m de rouges, de bleus et de blancs, et chacune est comptée dans g termes de la somme

$$A_{klm}(S_1) + A_{klm}(S_2) + \ldots + A_{klm}(S_h).$$

Ainsi dans cette somme la famille des configurations équivalentes à C (mod $\mathcal{H}$) est comptée $g\, h/g = h$ fois, c'est-à-dire on a

$$A_{klm}(S_1) + A_{klm}(S_2) + \ldots + A_{klm}(S_h) = h A_{klm}. \tag{3}$$

On tire de (2) et de (3), la somme étant étendue aux types $[j_1, j_2, \ldots, j_p]$,

$$\mathcal{F}(x, y, z) = \frac{1}{h} \Sigma H_{j_1 j_2 \ldots j_p} f_1^{j_1} f_2^{j_2} \ldots f_p^{j_p}. \tag{4}$$

7. La formule (4) a un très grand nombre d'applications à l'étude des symétries, en particulier au calcul du nombre des isomères, dont je parlerai ailleurs. Ici je me borne à un seul exemple. Les *figures* sont les radicaux $-C_nH_{2n+1}$, $n = 0$ compris, les objets sont les atomes C (il n'y a

qu'une espèce d'objets), a_n est le nombre des alcools $C_nH_{2n+1}OH$ isomères (sans tenir compte de la stéréoisomérie). On a donc

$$f(x) = 1 + x + x^2 + 2x^3 + 4x^4 + 8x^5 + 17x^6 + \ldots.$$

Je prends $p = 6$ points, sommets d'un hexagone régulier, $\mathcal{H}$ est le groupe des $h = 12$ rotations de l'hexagone. Le coefficient de x^n dans le développement

$$\frac{1}{12}[f^6 + 4f_2^3 + 3f_1^2f_2^2 + 2f_3^2 + 2f_6]$$
$$= 1 + x + 4x^2 + 8x^3 + 22x^4 + 51x^5 + 136x^6 + \ldots$$

est le nombre des dérivés isomères $C_{6+n}H_{6+2n}$ du benzène.

GÉOMÉTRIE ALGÉBRIQUE. — *Sur les involutions du second ordre appartenant à certaines variétés algébriques à trois dimensions.* Note de M. **Lucien Godeaux**, présentée par M. Élie Cartan.

Soit V une variété algébrique à trois dimensions contenant un système linéaire $|F|$ de surfaces F qui soit son propre adjoint. V possède des surfaces canonique et pluricanoniques d'ordre zéro, ses genre géométrique et plurigenres sont égaux à l'unité et tout système linéaire de surfaces de V est son propre adjoint. Supposons que V contienne une involution I_2 d'ordre deux, n'ayant qu'un nombre fini ou simplement infini de points unis. Il est possible de construire sur V un système linéaire complet $|F|$, simple, dépourvu de points-base, de dimension aussi grande qu'on le veut, transformé en lui-même par l'involution et possédant les propriétés suivantes : $|F|$ contient deux systèmes linéaires partiels, $|F_1|$, $|F_2|$, composés au moyen de I_2; $|F_1|$ est dépourvu de points-base; $|F_2|$ a comme points-base les points unis de I_2.

Désignons par Ω une variété image de l'involution I_2. Aux surfaces F_1, F_2 correspondent sur Ω des surfaces Φ_1, Φ_2 formant des systèmes complets, linéaires, $|\Phi_1|$, $|\Phi_2|$. Si l'on désigne par A la surface équivalente, au point de vue des transformations birationnelles, aux points de diramation de Ω, on a

$$2\Phi_1 \equiv 2\Phi_2 + A.$$

Aux courbes canoniques des surfaces Φ_1, Φ_2 correspondent des courbes canoniques des surfaces F_1, F_2 respectivement; par conséquent, les

adjoints des systèmes $|\Phi_1|$, $|\Phi_2|$ sont, dans un certain ordre, ces systèmes eux-mêmes. Examinons les trois cas qui peuvent se présenter.

a. L'involution I_2 est dépourvue de points unis. Soient r_1, $r_2 \leq r_1$ les dimensions des systèmes $|\Phi_1|$, $|\Phi_2|$. Sur une surface F_2, le système canonique comprend deux systèmes linéaires composés au moyen de I_2 : l'un est découpé par les surfaces F_1 et a la dimension r_1 ; l'autre, découpé par les surfaces F_2, a la dimension $r_2 - 1 < r_1$. C'est ce dernier système qui est le transformé du système canonique de Φ_2 (voir notre Note dans les *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 1932, p. 672). Par suite $|\Phi_2|$ est son propre adjoint et il en est de même de $|\Phi_1|$. On a $r_1 = r_2$ et la variété Ω possède des surfaces canonique et pluricanoniques d'ordre zéro.

b. L'involution I_2 possède un nombre fini, non nul, de points unis. Aux courbes canoniques d'une surface Φ_2 correspondent sur la surface F_2 homologue, des courbes canoniques ne passant pas par les points unis de I_2, c'est-à-dire les courbes canoniques découpées par les surfaces F_1. L'adjoint de $|\Phi_2|$ est donc le système $|\Phi_1|$ et l'adjoint de $|\Phi_1|$ le système $|\Phi_2|$. Par conséquent, les systèmes $|\Phi_1|$, $|\Phi_2|$ sont leurs propres bi-adjoints. La variété Ω ne possède pas de surfaces canonique ou $(2i+1)$-canoniques, mais elle possède des surfaces $2i$-canoniques d'ordre zéro.

c. L'involution I_2 possède une courbe unie. A une courbe canonique d'une surface Φ_2 correspond, sur la surface F_2 homologue, une courbe qui, augmentée de la courbe unie de l'involution, donne une courbe canonique. Par conséquent $|\Phi_2|$ est son propre adjoint et il en est de même de $|\Phi_1|$. La variété Ω possède des surfaces canonique et pluricanoniques d'ordre zéro.

ASTROPHYSIQUE. — *Méthode nouvelle pour l'étude de l'absorption de la lumière dans l'espace interstellaire.* Note [1] de MM. **Daniel Barbier** et **Victor Maitre**, présentée par M. Ernest Esclangon.

1. Les excès de couleur des étoiles B ont été attribués par van de Kamp [2] à une absorption de la lumière par diffusion dans une couche localisée au voisinage du plan galactique. *A priori*, ils pourraient aussi bien provenir d'un effet de magnitude absolue. Cette dernière hypothèse a été rejetée car le coefficient de corrélation est plus grand entre les excès de couleur et

(1) Séance du 2 décembre 1935.

(2) *Astronomical Journal*, 40, 1930, p. 145.

les distances qu'entre les excès de couleur et les magnitudes absolues [1]. Ce point nous paraît nécessiter un examen plus approfondi car il est basé sur une confusion entre les vraies valeurs des distances et magnitudes absolues et les valeurs hypothétiques de ces quantités attribuées aux différentes étoiles. La corrélation entre les vraies valeurs et les valeurs hypothétiques est plus grande pour les distances que pour les magnitudes absolues, ce qui pourrait, au moins partiellement, rendre compte du résultat rappelé ci-dessus.

2. Nous proposons ici une méthode ne faisant pas intervenir chaque étoile indépendamment, mais seulement des fonctions de répartition. Le nombre d'étoiles, ayant des magnitudes absolues comprises entre M et $M + dM$ et des distances entre r et $r + dr$, est

$$K.A(M) r^2 dr dM,$$

K est un coefficient de proportionnalité et A(M) la fonction de répartition des magnitudes absolues. On a d'ailleurs

$$M - m = 5 - 5 \log r, \tag{1}$$

m étant la magnitude apparente (si les distances atteignaient des valeurs élevées, il faudrait faire intervenir l'absorption dans cette équation).

En outre l'excès de couleur E peut être écrit sous sa forme la plus générale

$$E = \varphi(r) + \psi(M). \tag{2}$$

On trouve alors que le nombre d'étoiles, pour lesquelles m est compris entre m et $m + dm$, et E entre E et $E + dE$, est

$$N(m, E) = KA(M) r^2 \frac{D(M, r)}{D(m, E)},$$

où l'on exprime le deuxième membre en fonction de m et de E à l'aide des équations (1) et (2). Cette équation permet de comparer à l'observation les hypothèses effectuées sur les fonctions φ et ψ.

3. Supposons d'abord $\psi(M)$ identiquement nulle, on obtient

$$\log N(m, E) = F_1(E) + \log A[m + F_2(E)],$$

F_1 et F_2 étant des fonctions faciles à déterminer. On voit que les courbes $\log N(m)$ obtenues pour les diverses valeurs de E doivent pouvoir coïncider

---

(1) DUFAY et SSU-PIN LIAU, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1372.

entre elles et avec la courbe du logarithme de la répartition des magnitudes absolues par de simples translations des axes.

Supposons ensuite que ce soit $\varphi(r)$ qui soit identiquement nulle. On a

$$\log N(m, E) = F_3(E) + \frac{3m}{5},$$

$F_3(E)$ est une nouvelle fonction de E. On voit que dans ce cas

$$\log N(m, E) - \frac{3m}{5}$$

doit être seulement fonction de E.

4. Nous avons appliqué la méthode qui vient d'être brièvement exposée à l'étude des observations de Stebbins et Huffer [1]. Jusqu'à la magnitude 7,5 le nombre d'étoiles observées est proportionnel au nombre total d'étoiles des mêmes types spectraux d'après les résultats de Shapley et Miss Cannon [2]. Pour déterminer A(M), nous avons utilisé les données de Strömberg [3] que nous avons combinées proportionnellement au nombre des diverses sous-classes spectrales. Aucune des deux solutions simples examinées ci-dessus ne permet de rendre compte de la répartition observée de E et de m.

Il convient avant de hasarder une explication de ce fait d'entreprendre une étude plus approfondie en se limitant à des régions définies du ciel et aux sous-classes spectrales $B_0 - B_3$. C'est ce que l'un de nous se propose d'effectuer.

ACOUSTIQUE. — *Sur la propagation des ultrasons dans les milieux liquides.* Note de M. **René Lucas**, présentée par M. Paul Langevin.

Lors d'un récent travail consacré à l'étude de l'absorption des ultrasons dans divers liquides [4] P. Biquard a déterminé, pour diverses fréquences, les coefficients d'affaiblissement des amplitudes des ondes élastiques ultrasonores d'un faisceau dirigé de section sensiblement constante. Les observations ont montré que les coefficients d'affaiblissement mesurés étaient

(1) *Publ. Washburn Observatory*, 15, 1934, p. 217.
(2) *Harvard College Observatory Circular*. 226, 1921.
(3) *Mt Wilson Contrib.*, 440, 1931 ou *Ap. J.*, 74, 1931, p. 313.
(4) P. Biquard, *Thèse de Doctorat*, Paris, 1935.

souvent beaucoup plus grands que ceux que l'on peut calculer en admettant que l'énergie acoustique s'absorbe localement par transformation en chaleur par suite de la viscosité du liquide et par échanges thermiques dus à la conductibilité calorifique (termes d'absorption évalués par Stokes et par Kirchhoff). Dans les mêmes conditions, pour les liquides étudiés, il n'y a pas de changement dans la valeur de la vitesse du son aux diverses fréquences (absence de dispersion).

Il est possible, et c'est l'objet de cette Note, de rechercher si le désaccord apparent entre la théorie et l'expérience ne réside pas en partie dans le fait qu'un faisceau d'onde élastique subit un affaiblissement par suite de la diffusion des ondes, de la même manière qu'un faisceau lumineux s'affaiblit en se propageant dans un milieu optiquement trouble. Aux termes de cette hypothèse, certains liquides se comporteraient comme des milieux troubles au point de vue de la propagation des ondes élastiques.

Un mécanisme de ce genre permettrait de comprendre les faits rappelés précédemment et la possibilité d'avoir des affaiblissements notables sans existence de dispersion pour la vitesse du son.

L'obtention facile des faisceaux ultrasonores dirigés à l'aide de quartz piezoélectrique permet d'ailleurs de contrôler expérimentalement cette hypothèse par la recherche d'ondes élastiques dans les régions latérales du faisceau.

Parmi les causes pouvant déterminer l'existence des phénomènes de diffusion des ondes élastiques, on peut envisager en premier lieu les fluctuations isothermes de densité du liquide, fluctuations déjà responsables en grande partie de la diffusion de la lumière; mais d'autres causes qui peuvent ne jouer qu'un rôle secondaire dans la diffusion de la lumière peuvent en jouer un important au point de vue de la diffusion des ondes élastiques.

En particulier la tendance que présentent les molécules d'un liquide à s'organiser localement en groupes présentant certains éléments de symétrie est à retenir.

Imaginons, pour prendre un cas simple, que les éléments microscopiques en voie d'organisation aient la symétrie cubique, avec des paramètres optiques très voisins des paramètres moyens du liquide; ils n'agiront pas, malgré la diversité de leurs orientations, au point de vue de la diffusion de la lumière. Ces mêmes éléments pourront agir beaucoup pour la diffusion des ondes élastiques, les valeurs des vitesses d'ondes longitudinales dépendant généralement de la direction de propagation dans les assemblages à symétrie cubique, les fluctuations en anisotropie élastique des éléments de

volume microscopique joueraient donc un rôle important dans la propagation des ondes élastiques.

Cette dernière remarque permet de concevoir comment, à égalité de longueurs d'onde, les effets de diffusion peuvent être sensiblement plus importants pour le son que pour la lumière.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse des bromures et des iodures de zinc, de nickel et de cobalt dans les mélanges d'eau et d'alcool éthylique.* Note de M. **Claude Charmetant**, présentée par M. Georges Urbain.

Comme suite à l'étude de l'électrolyse des chlorures de zinc, de nickel et de cobalt en solution hydroalcoolique [1], j'ai étudié l'électrolyse des bromures et des iodures correspondants, toujours en solution hydroalcoolique. Toutes les solutions étudiées contiennent 0,5 molécule-gramme de sel par litre de solution, les électrodes sont en platine, les densités de courant utilisées sont de 1, 2 ou 4 ampères par décimètre carré.

1. *Électrolyse du bromure et de l'iodure de zinc.* — Dans le cas du bromure, à l'anode il se forme du bromure libre qui se dissout dans la solution et petit à petit diffuse dans le compartiment cathodique; le brome réagit partiellement sur l'alcool avec formation d'acide bromhydrique et d'aldéhyde; cette transformation du brome en acide est d'autant plus importante que la concentration en alcool est plus grande : 20 à 25 pour 100 à la concentration de 300^g par litre, 70 pour 100 à celle de 600^g, 95 pour 100 à celle de 700^g. J'ai dosé le brome libre dans la solution au moyen d'une solution titrée d'hyposulfite, après addition d'iodure de potassium.

Dans le cas de l'iodure, il se forme de l'iode libre qui à l'inverse du brome ne réagit pas sur l'alcool, mais reste en solution. J'ai de même titré l'iode libre avec une solution d'hyposulfite.

Le zinc déposé est bien adhérent dans les solutions peu chargées en alcool, il devient de plus en plus cristallin quand la concentration en alcool augmente. Comme pour le chlorure de zinc, dès la concentration de 450^g par litre, le zinc se dépose en formant des arborescences et tombe en partie au fond du vase, surtout si la densité de courant est élevée. Le rendement est une fonction décroissante de la durée d'électrolyse et de la concentration en alcool :

(1) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 380 et **201**, 1935, p. 43.

Sous 2 ou 4 A/dm² après 2 heures :

Concentration (au litre)..	< 600g.	700g.
Avec le bromure (%)..........	95 à 97	80
Avec l'iodure (%)..............	95 à 97	90

2. *Électrolyse du bromure et de l'iodure de nickel.* — Dans le cas du bromure à l'anode il se forme du brome libre qui se dissout dans la solution et diffuse petit à petit dans le compartiment anodique comme avec le bromure de zinc; le brome réagit partiellement sur l'alcool avec formation d'acide bromhydrique et d'aldéhyde : à l'inverse de ce qui se passe avec le bromure de zinc la quantité de brome transformé est faible et n'augmente pas avec la concentration en alcool (10 à 15 pour 100).

Dans le cas de l'iodure, comme avec l'iodure de zinc il se forme de l'iode qui reste à l'état libre dans la solution.

A la cathode, comme avec le chlorure de nickel, il n'y a pas dépôt de nickel mais formation d'un oxyde de nickel hydraté, noir dans l'eau, vert sombre, puis vert de plus en plus clair quand la concentration en alcool augmente, en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène: la solution ne s'acidifiant pas sensiblement, en aucun cas le dépôt ne se dissout comme cela se passe avec le chlorure.

En solution un peu acide (0,01 à 0,02 N en BrH avec Br^2Ni, 0,025 N en IH avec I^2Ni), les phénomènes anodiques sont les mêmes, et à la cathode il n'y a plus dépôt d'oxyde mais de nickel en même temps qu'on a un léger dégagement d'hydrogène. A l'inverse de ce qui se passe avec le chlorure, la solution perd peu à peu son acidité et il arrive toujours un moment où la teneur en acide est insuffisante pour empêcher le dépôt d'oxyde, alors le nickel ne se dépose plus: sous 1 A/dm² dès 3 heures et demie à 4 heures, sous 2 A/dm² dès 2 heures et demie à 3 heures, sous 4 A/dm² dès 1 heure et demie à 2 heures. Quand il n'y a pas formation d'oxyde, le nickel déposé est toujours bien adhérent, mat et très pur. Les rendements sont améliorés avec la concentration en alcool.

Quand la quantité d'alcool varie de 0 à 700g au litre, les limites extrêmes du rendement sont :

Sous les densités de	4 heures. 1 A/dm².	2 heures. 2 A/dm².	2 heures. 4 A/dm².
Avec le bromure (%)......	84 à 90	85 à 93	60 à 90
Avec l'iodure (%).........	63 à 88	63 à 90	87 (700g)

Avec l'iodure l'acidité nécessaire étant plus forte, les rendements sont plus faibles qu'avec le bromure.

3. *Électrolyse du bromure et de l'iodure de cobalt.* — Les réactions anodiques sont exactement les mêmes qu'avec le bromure et l'iodure de nickel.

A la cathode il y a dépôt de cobalt, gris aux basses concentrations en alcool, noir et peu adhérent aux fortes concentrations, surtout avec l'iodure: dans ce dernier cas (iodure de cobalt dans l'alcool à 600 ou 700^g au litre), le cobalt déposé est spongieux et adsorbe du sel de la solution, ce qui le rend impur (5 à 8 pour 100 d'impureté); on obtient un dépôt pur en acidifiant la solution avec l'acide iodhydrique. Les rendements sont toujours très bons, ils augmentent avec la concentration en alcool. Avec le bromure et avec l'iodure on obtient comme rendement 95 à 99,5 pour 100.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur le mécanisme de l'hydrolyse dans les solutions des sels de métaux lourds.* Note [1] de Mlle **Marguerite Quintin**, présentée par M. Jean Perrin.

L'étude de l'hydrolyse des sels de métaux lourds a donné lieu à de nombreux travaux. Mais si l'on représente la variation du pH de la solution en fonction de la concentration, on obtient une courbe dont l'allure n'apporte guère de renseignements sur le mécanisme du phénomène. La mesure du pH étant une mesure d'activité, il est logique de le rapporter non à la concentration de la solution, mais à l'activité de celle-ci ou mieux à l'activité de l'un des ions principaux.

J'ai établi [2] de ce point de vue, une relation empirique qui peut être formulée de la façon suivante : dans les solutions de sulfate ou de nitrate de cuivre, de cadium ou de zinc, pour un certain domaine de concentrations, l'activité du cation métallique est proportionnelle à celle de l'ion H^+.

J'ai recherché si cette loi s'étendait à des solutions aussi fortement hydrolysées que celles de chlorure de cadmium et en outre j'ai apporté une grande précision aux expériences.

L'activité a_{Cd} de l'ion Cd^{++} était déterminée à partir de la mesure du potentiel de l'électrode : Cd (amalgame 2 phases)/$CdCl^2$, m (m compris entre 0,1 M et 0,001 M), et celle de l'ion H^+ grâce à l'électrode à quinhydrone; chacune de ces électrodes était reliée, par l'intermédiaire d'un

(1) Séance du 2 décembre 1935.

(2) *J. Chim. phys.*, 24, 1927, p. 712.

siphon à robinet fermé, à un élément au calomel décinormal. Les piles ainsi constituées étaient placées dans un thermostat à 25°±0°,05 et leur force électromotrice (f. e. m.) mesurée au dixième de millivolt, par la méthode d'opposition, en utilisant comme appareil de zéro un montage électrométrique à lampes.

Les produits utilisés étaient soigneusement purifiés [sels Merck, eau bidistillée (pH = 6,95, conductivité $1,2 \times 10^{-6}$), solutions débarrassées d'oxygène par passage prolongé d'un courant d'azote pur].

Les résultats obtenus sur des solutions fraîchement préparées [1] sont donnés ci-dessous :

m(mol. g/1000^g eau)...	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001
pH..................	4,8	5,02	5,30	5,50	5,74	6,08	6,40
$-\log a_{\text{Cd}}$............	1,891	1,937	2,055	2,265	2,472	2,790	3,142

La courbe représentant les variations du pH en fonction de $\log a_{\text{Cd}}$ est, sauf pour les deux concentrations les plus élevées, une droite de coefficient angulaire exactement égal à -1, ce qui vérifie la loi énoncée précédemment.

Or ni l'explication classique par formation d'hydroxyde $Me(OH)^2$ ni l'hypothèse d'une hydrolyse progressive [2] admettant comme premier stade l'apparition d'un ion $MeOH^+$, ni la présence d'ions monovalents Me^+, ne permettent de rendre compte des résultats expérimentaux. Mais les solutions de sels de métaux lourds doivent contenir des ions complexes plus ou moins stables [3].

En s'en tenant à un atome du métal présent dans le complexe, seul un composé de la forme $CdCl^2(OH)_2^{--}$ ou $CdClOH(H^2O)^2$ est compatible avec la relation trouvée.

En effet, dans le premier cas, la loi d'action des masses appliquée à l'équilibre d'hydrolyse conduit à

$$[Cd^{++}] = \frac{k^{\frac{1}{2}}}{2}\left[\frac{f_C f_{Cd}^2}{f_H f_{Cl}^2}\right]^{\frac{1}{3}}[H^+], \tag{2}$$

(1) Au bout de 24 heures, en effet, le pH accuse une légère variation dans les solutions diluées laissées à l'air, celui-ci reste constant dans les solutions concentrées.

(2) DENHAM, *J. Chem. Soc. Lond.*, 93, 1908, p. 833; KOLTHOFF, *J. Am. Chem. Soc.*, 53, 1931, p. 832.

(3) HARKINS, *J. Am. Chem. Soc.*, 41, 1919, p. 1155; BLOMBERG, *Z. Electrochem.*, 21, 1915, p. 437.

où les quantités entre [ ] désignent les activités et f_i représente le coefficient d'activité de l'ion i correspondant à l'indice.

Pour les solutions diluées où les coefficients d'activité sont voisins de 1, l'équation (3) se réduit, en première approximation, à

$$[Cd^{++}] = k[H^+]. \quad (3)$$

Cette dernière relation doit donc être d'autant mieux vérifiée que la solution est plus diluée; c'est bien ce que l'on constate.

Dans le cas des sulfates, seul un complexe de formule $Me(SO^4)(OH)(H^2O)^-$ et conduisant à la relation

$$[Me^{++}] = k^{\frac{1}{2}}\left(\frac{f_{Me} \cdot f_C}{f_{SO^4} \cdot f_H}\right)^{\frac{1}{2}}[H^+], \quad (4)$$

rend compte de l'hydrolyse, car on a, avec une assez bonne approximation,

$$\frac{f_{Me}}{f_{SO^4}} = \frac{f_C}{f_H} = 1.$$

La formule (3) doit donc être vérifiée jusqu'à des concentrations plus élevées pour les sulfates que pour les nitrates et les chlorures; c'est effectivement ce que j'ai constaté.

En résumé, l'étude de l'hydrolyse des sels de métaux bivalents conduit, en choisissant comme variables l'activité du cation métallique et celle de l'ion H^+, à une relation simple; et le seul mécanisme compatible avec cette relation paraît être d'admettre que le premier stade de l'hydrolyse s'accompagne de la formation d'un ion complexe.

SPECTROSCOPIE. — *Contribution à l'étude de la structure des alliages au moyen de la spectrographie.* Note de M. **Henri Triché**.

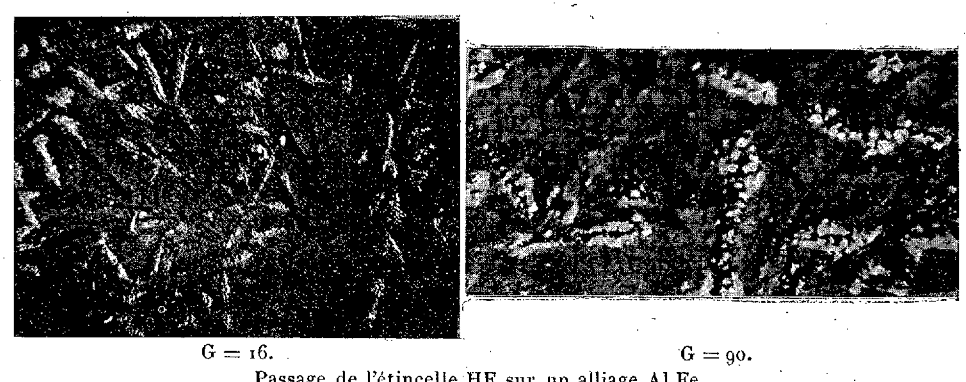
L'analyse chimique directe des constituants d'un alliage n'est pas toujours possible, car il faut pouvoir faire les séparations nécessaires. La méthode suivante, appliquée avec le concours de l'Aéronautique, permet d'éviter cet inconvénient. Elle a été appliquée à quelques alliages aluminium-chrome et aluminium-fer. Ces alliages donnent des cristaux plus riches en fer ou en chrome que le reste de l'alliage : ce sont ces cristaux qu'on veut analyser.

La méthode repose sur les observations suivantes :

Lorsqu'on produit une étincelle de haute fréquence (montage de

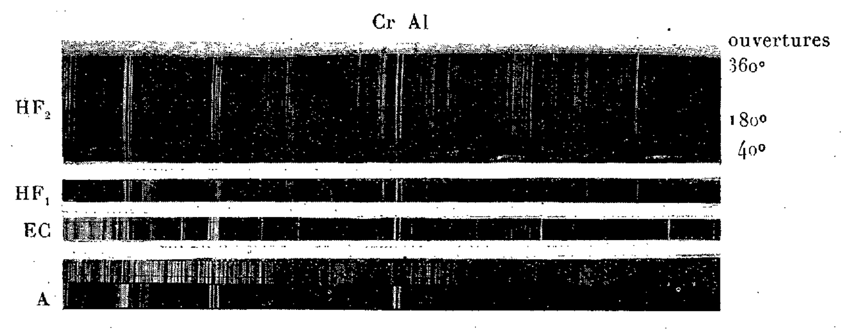
Tesla) (¹) entre un fil d'or très fin (1/10 de millimètre) et une surface plane d'aluminium ordinaire ou d'un alliage, on constate, en observant avec un microscope que l'*étincelle* part de plusieurs points du fil et passe toujours aux *mêmes* points de la face plane. Ce résultat curieux s'explique facilement en admettant l'existence d'une couche d'alumine discontinue ou d'épaisseur variable.

La technique à suivre pour obtenir le passage de l'étincelle sur les cristaux



G = 16. G = 90.

Passage de l'étincelle HF sur un alliage Al Fe.



est donc : 1° de les faire apparaître en relief ; 2° de recouvrir d'une couche isolante le reste de la surface de l'alliage ; cette deuxième condition est seule nécessaire. Les opérations à faire sont donc analogues à celles d'une micrographie et les alliages sont plongés pendant le temps nécessaire dans un mélange oxydant ou dans l'eau de chaux. En faisant jaillir l'étincelle sous un microscope on voit *qu'elle ne passe que par les cristaux*. Cette étincelle est enregistrée par un spectrographe. Pendant la pose il faut la surveiller et déplacer rapidement l'échantillon au moyen des deux mouvements

(¹) Voir P. Swings, *La spectroscopie appliquée*, p. 68.

rectangulaires de la platine, de manière que la fusion des cristaux et du milieu qui les entoure se produise le moins possible. Le spectre représente donc bien la composition des cristaux.

L'étincelle de HF n'étant pas très lumineuse, il est bon d'employer le montage suivant : on place contre la fente du spectrographe une lentille convergente en quartz ; l'étincelle est à une distance telle que son image se trouve entre la lentille du collimateur et l'objectif. De plus les rayons qui tombent sur la fente ne sont pas diaphragmés par les montures [1].

L'analyse des cristaux des alliages aluminium-chrome a été faite par la méthode de l'étalon interne en employant la paire de raies homologues : 3057,1 Å Al^+ et 3125,0 Å Cr^+. Pour l'alliage à 2,4 pour 100 de Cr en poids, elles ont sensiblement la même intensité sur les spectres d'arc (A), de l'étincelle condensée (EC) et de l'étincelle de HF (HF) (sans préparation de l'alliage).

A ce sujet il faut signaler que la plupart des impuretés habituelles sont renforcées considérablement lorsque l'alliage est déplacé pendant le passage de l'étincelle; les raies choisies pour le dosage ne doivent pas coïncider avec les raies de ces impuretés (Ca, Cu, Mg, Si, etc.).

En plaçant un secteur tournant à ouverture variable devant la fente on affaiblit une partie du spectre dans des rapports déterminés. Des vérifications quantitatives ont été faites : des alliages de compositions différentes 2,4 HF_2; 4,2; 4,7 donnent le même spectre. Le rapport des intensités des radiations i_{Cr}/i_{Al} est le même et égal à 9. En admettant que les intensités des radiations soient proportionnelles aux concentrations en chrome et en aluminium, la composition des cristaux peut être calculée.

a. Étincelle condensée, alliage à 2,4 pour 100 Cr en poids :

$$i_{Al} = K_1 C_{Al}, \qquad i_{Cr} = K_2 C_{Cr}; \qquad \frac{i_{Al}}{i_{Cr}} = 1 = \frac{K_1}{K_2} \cdot \frac{97,6}{2,4}.$$

b. Étincelle HF, alliages à 2,4; 4,2; 4,7 en poids :

$$\frac{i'_{Al}}{i'_{Cr}} = \frac{1}{9} = \frac{K_1}{K_2} \frac{c'_{Al}}{c'_{Cr}},$$

d'où, en tenant compte de $c'_{Al} + c'_{Cr} = 100$, on trouve $c'_{Cr} = 18,2$ pour 100. Ce

(1) Voir TWYMAN et C. STANSFIELD, HITCHEN, *Proceedings of the Royal Society* série A, 133, 1931, p. 72-92.

résultat concorde assez bien avec celui de Fink et Freche [1] obtenu par l'analyse chimique directe des cristaux : ces auteurs ont trouvé la formule $CrAl^7$ qui correspond à 21,4 pour 100 de Cr. La précision est meilleure pour les cristaux relativement gros que pour les petits.

Lorsqu'on possédera un alliage ayant la composition des cristaux, la vérification sera plus facile puisqu'il suffira à comparer le spectre de l'étincelle condensée de cet alliage à celui de HF des cristaux.

En résumé, par une préparation convenable d'un alliage on peut faire l'analyse qualitative (recherche des impuretés) et quantitative de certains constituants sans qu'on ait besoin de les isoler.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'émission de l'oxyde de tellure* TeO. Note de M. **Choong Shin-Piaw**, présentée par M. Charles Fabry.

1. Les résultats obtenus récemment sur le spectre d'émission de l'oxyde de sélénium SeO [2] nous ont amené à rechercher le spectre homologue de l'oxyde de tellure TeO. L'anhydride tellureux étant très peu volatil, même à température élevée, il est difficile d'opérer directement sur sa vapeur pour obtenir le spectre cherché. Après plusieurs tentatives infructueuses, nous avons adopté le montage suivant, qui a donné des résultats satisfaisants. Le tube à décharge en silice, muni d'électrodes de platine, possède une partie capillaire que l'on observe en bout. Il porte, par ailleurs, deux appendices latéraux qui contiennent respectivement du tellure et du permanganate de potassium. Le vide étant réalisé, on chauffe fortement et simultanément la partie capillaire et l'appendice qui contient le tellure, en même temps qu'on chauffe légèrement l'appendice qui renferme le permanganate, afin de dégager de l'oxygène.

Quand la décharge passe dans ces conditions, on obtient un spectre de bandes nouveau, qui s'étend de 3190 à 3820 Å environ, et comprend une trentaine de bandes. Aux longueurs d'onde plus grandes, ce spectre est masqué par les bandes du tellure, dont l'allure est bien différente. Toutes les bandes sont dégradées vers le rouge et plusieurs d'entre elles présentent

---

(1) William L. Fink et H. R. Freche, *Trans. Amer. Inst. Min. metallurg. Engr. Inst. Met. Div.*, 104, 1933, p. 325.

(2) L. Bloch, E. Bloch et Choong Shin-Piaw, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 824.

une structure de rotation déjà bien visible, avec la dispersion utilisée (12 Å par millimètre environ). L'aspect général du spectre est très régulier et présente des analogies évidentes avec celui des spectres de SO et SeO. Il ne paraît guère douteux qu'il ne s'agisse du spectre de TeO.

2. Les bandes ont toutes des têtes simples, sauf trois dont les têtes sont doubles. Les positions de toutes les bandes simples et de la composante de plus petite longueur d'onde pour les bandes doubles sont données avec une assez bonne précision par la formule

$$\nu = 29499{,}0 + \left[372{,}9\left(v' + \frac{1}{2}\right) - 5{,}36\left(v' + \frac{1}{2}\right)^2\right] - \left[796{,}1\left(v'' + \frac{1}{2}\right) - 3{,}40\left(v'' + \frac{1}{2}\right)^2\right]$$

dans laquelle ν désigne le nombre d'ondes par centimètre de la tête de la bande, v' et v'' les quanta de vibration dans l'état excité et dans l'état normal.

Les progressions v' sont plus développées que les progressions v''. Les trois premières progressions v', qui correspondent à $v'' = 0, 1, 2$ comprennent respectivement 7, 7 et 5 bandes consécutives observables, les premières bandes de chacune des trois progressions étant respectivement les bandes (0 — 0), (0 — 1), (0 — 2). Les deux progressions suivantes ($v'' = 3$ et 4) comprennent chacune deux bandes (0 — 3), (1 — 3) et (0 — 4), (1 — 4). Il faut signaler cependant qu'il existe en plus, dans le spectre observé, quatre autres bandes qui se rattachent très probablement au même système et viendraient alors compléter les deux progressions précédentes avec le numérotage (5 — 3, 6 — 3) pour les deux premières, (3 — 4, 4 — 4) pour les deux autres. Mais la précision des concordances numériques est un peu moindre pour ces quatre bandes que pour les autres.

En ce qui concerne les intensités, il faut noter que la bande (0 — 0) est très faible. Dans la progression $v'' = 0$ l'intensité maximum est atteinte vers le milieu. Dans les autres progressions v' la bande d'intensité maximum se déplace régulièrement vers les petits v' à mesure que v'' augmente.

Enfin les trois bandes doubles observées sont les bandes (0 — 4), (1 — 4) et (4 — 4). La seconde composante est décalée par rapport à la première de 34 cm^{-1} environ vers les grandes longueurs d'onde. L'analyse rotationnelle à plus grande dispersion donnera sans doute des renseignements sur l'origine de ces dédoublements.

3. La formule ci-dessus indique que les fréquences fondamentales de

vibration de la molécule TeO à l'état normal et à l'état excité sont de 796,1 et de 372,9. L'énergie de dissociation de la molécule à l'état normal se déduit de la même formule et est trouvée équivalente à 5,70 volts. Il est intéressant de remarquer, comme en témoigne le Tableau ci-contre, que les fréquences fondamentales de vibration ω'' et ω' décroissent régulièrement quand on parcourt la suite des molécules homologues O^2, SO, SeO, TeO, et qu'il en est de même pour la fréquence ν_e de l'origine du système des bandes. Au contraire l'énergie de dissociation D'' va en croissant, quand on parcourt la même suite.

Molécule.	ν_e.	ω''.	ω'.	D''.
O^2	49844,8	1584,9	710,1	5,09
SO	39356,3	1123,7	628,7	5,10
SeO	33373,5	908,9	533,4	5,26
TeO	29499,0	796,1	372,9	5,70

POLARISATION ROTATOIRE. — *Absorption, activité optique et configuration de complexes minéraux.* Note de M. **Jean-Paul Mathieu**, présentée par M. Aimé Cotton.

Cette étude, dont nous ne donnerons ici que les principaux résultats, a porté sur les vingt ions complexes suivants, qui appartiennent tous au type [Me en^{2}AA'] *cis* [1] :

[Co en^2(NH^3)^2], [Co en^{2}NH^3.OH^2], [Co en^{2}NH^3.Cl], [Co en^{2}NH^3.Br],
[Co en^{2}NH^3.NCS], [Co en^{2}NH^3.NO^2], [Co en^{2}OH^2.Cl], [Co en^{2}Cl^2],
[Co en^{2}Cl.Br], [Co en^{2}Cl.NCS], [Co en^{2}Cl.NO^2], [Co en^{2}Br.NO^2],
[Co en^{2}NCS.NO^2], [Co en^2(NO^2)^2], [Co en^{2}OH^2.NO^2], [Co en^{2}CO^3],
[Co en^{2}C^{2}O^4]; [Cr en^{2}Cl^2], [Cr en^{2}C^{2}O^4]; [Ir(C^{2}O^4)^{2}Cl^2].

Les solutions aqueuses de tous ces composés possèdent, dans le spectre visible, une bande d'absorption, large d'environ 1000 Å, produite par la combinaison d'une transition des électrons de coordinence avec des termes vibratoires qui intéressent à la fois l'atome central et les groupes coordonnés.

Pour un métal central donné, la longueur d'onde du maximum de cette bande est d'autant plus grande que les groupes coordonnés A et A' sont plus labiles. Ces groupes se classent dans l'ordre suivant : I, Br, Cl, NCS, NO^2.

---

(1) en = éthylènediamine.

La bande visible avait été jusqu'à présent considérée comme simple. Des mesures plus précises montrent qu'on ne peut pas, le plus souvent, représenter la courbe d'absorption comme symétrique dans l'échelle des longueurs d'ondes ou dans celle des fréquences. Lorsqu'elle est dissymétrique, on peut toujours la décomposer en une bande principale, symétrique en longueurs d'onde, et une bande accessoire d'intensité plus faible.

L'étude de l'activité optique confirme ce dernier résultat. Tous les complexes considérés possèdent dans le visible l'effet Cotton. Les courbes de dichroïsme circulaire présentent deux parties, de même signe ou de signes contraires, qui correspondent aux deux composantes de la bande visible. Le dichroïsme circulaire se montre ici d'une application utile dans l'analyse des bandes d'absorption : son étude permet de préciser le mode de décomposition des bandes, ou même d'en révéler la complexité dans les cas où elle n'apparaît pas nettement par la mesure directe.

La superposition de l'effet Cotton dû aux deux parties de la bande explique l'allure compliquée que peut prendre dans le visible la dispersion rotatoire.

D'autre part, l'étude du dichroïsme circulaire permet de comparer les configurations des ions actifs (1). Nous attribuons la même configuration aux ions complexes qui possèdent un dichroïsme circulaire de même signe dans la partie principale de la bande visible. Le classement des antipodes optiques que l'on obtient ainsi se trouve en accord, pour les composés du cobalt, soit avec la règle des solubilités de Werner, soit avec le résultat des réactions de substitution qui permettent de passer d'un corps actif à un autre. De plus, la règle du dichroïsme permet de comparer les configurations des complexes de cobalt à celles des complexes de chrome ou d'iridium, ou les configurations des complexes de diéthylènediamine à celles des complexes de dioxalate.

RADIATION COSMIQUE. — *Sur le signe et la nature des particules ultra-pénétrantes du rayonnement cosmique.* Note de M. **Louis Leprince-Ringuet**, présentée par M. Maurice de Broglie.

Le rayonnement corpusculaire cosmique que l'on détecte au niveau de la mer comprend des particules de divers pouvoirs de pénétration, le

(1) J.-P. Mathieu, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 278.

groupe le plus pénétrant étant celui que Rossi (¹), Alocco (²), etc., ont étudié au moyen de compteurs à coïncidences séparés par de grandes épaisseurs de plomb. Ce groupe se différencie des autres par son pouvoir de pénétration considérable dans les éléments lourds, par l'absence presque totale de déviations tout le long de son parcours, et par une absorption à peu près massique. On peut dire que presque toutes les particules capables de traverser 7^{cm} de plomb appartiennent à ce groupe. Notons encore qu'il n'a pas de lien ou n'en a que peu avec les gerbes de rayons cosmiques (³).

Or on ne connaît ni le signe ni la nature ni le spectre d'énergie des corpuscules de ce groupe : les seules mesures d'énergie effectuées dans la chambre de Wilson se rapportent à l'ensemble des particules observées dans la chambre, et l'on ne sait pas quels sont, parmi les rayons enregistrés, ceux qui sont encore capables de traverser une grande épaisseur de plomb, autrement dit, ceux qui font partie du groupe ultrapénétrant ; P. Auger a notamment attiré l'attention sur l'importance de ce problème. C'est pour donner un début de réponse aux questions relatives au signe, à l'énergie, à la nature des particules de ce groupe, que j'ai réalisé l'expérience suivante :

Une grande chambre de Wilson, verticale, de 55^{cm} de hauteur sur 15 de largeur, construite et mise au point au laboratoire de Physique des rayons X, a fonctionné entre les grandes pièces polaires (75^{cm} de diamètre) de l'électroaimant de l'Académie des Sciences à Bellevue. Cette chambre est commandée par les coïncidences de trois compteurs à électrons, selon la méthode de Blackett et Occhialini. La figure indique la disposition des appareils : un bloc de plomb de 7^{cm} était interposé entre les compteurs, le champ magnétique de 13000 gauss et la finesse des trajectoires ont permis la mesure d'énergies d'électrons jusqu'à 8 milliards d'électrons-volts.

Sur une soixantaine de clichés, on observe un rayon tel que AB se dirigeant vers les compteurs et présentant en général un parcours d'une quarantaine de centimètres avec une faible courbure. Une discussion qu'il n'est pas possible d'insérer ici montre que ces particules sont presque toutes décrites dans le sens AB, de haut en bas, et qu'elles ont bien

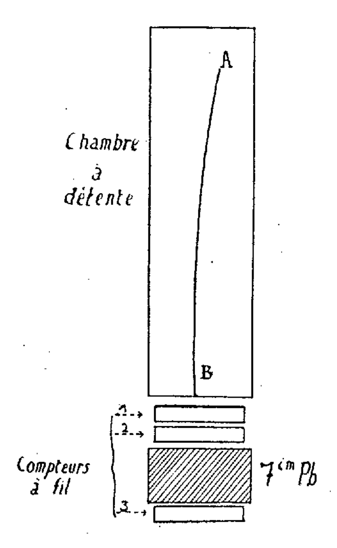
---

(¹) B. Rossi, *Zeits. für Phys.*, 82, 1933, p. 151.
(²) Alocco, *Nature*, 135, 1935, p. 96.
(³) P. Auger et L. Leprince-Ringuet, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 785; B. Rossi, *Intern. Conf. on Phys.*, Londres, 1934.

traversé tout le plomb et le compteur inférieur : elles appartiennent donc au groupe ultrapénétrant. Voici ce que l'on observe sur ces particules :

1° Elles ont le même aspect que les trajectoires d'électrons rapides, n'ont presque pas de secondaires et présentent très peu de déviations dans le gaz.

2° Un tiers du nombre total de particules observées correspond à des



Dispositif expérimental.

énergies très grandes puisqu'il n'est pas possible de déterminer le sens de la courbure.

3° Parmi les trajectoires dont la courbure est nette et mesurable, il y a deux trajectoires de particules chargées positivement pour une de particule chargée négativement. Cette proportion ne peut être qu'une indication à cause du nombre relativement faible d'observations, mais il est hors de doute que les particules chargées positivement dominent.

4° Le minimum d'énergie observé est du même ordre pour les particules des deux signes. Il est de 700 millions d'électron-volts : cela signifie qu'une particule d'énergie moindre n'est pas capable de traverser cette épaisseur de plomb ou n'a qu'une très faible probabilité de le faire. Les énergies se répartissent d'une façon assez régulière à partir du minimum observé : on trouve des particules négatives de plusieurs milliards d'électrons-volts, rares devant les particules positives de même énergie.

Ces résultats s'accordent avec l'hypothèse de deux espèces de rayons

de nature différente : d'une part des électrons positifs et négatifs en proportion comparable, dont quelques-uns sont capables de traverser 7^{cm} de plomb en perdant au minimum une énergie de 700 millions d'électrons-volts, ce qui n'est pas en désaccord avec les récentes mesures d'Anderson (1) et (2) avec l'accroissement probable de la perte d'énergie par rayonnement quand l'énergie des électrons augmente (3); d'autre part un rayonnement de nature différente, composé de particules chargées positivement (par exemple des protons) confirmant ainsi les suggestions de divers auteurs (4).

Mais d'autres hypothèses, comme une différence possible dans les propriétés d'absorption des électrons des deux signes, pourraient aussi expliquer ces résultats.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Déflagration des substances explosives par les ultrasons.* Note (5) de M. **Néda Marinesco**, présentée par M. Jean Perrin.

Un piézoquartz oscillant, qui fonctionne sous une tension d'attaque de 10000 volts à une fréquence de 1.10^6 cycles, rayonne pendant une heure à travers les liquides, une quantité d'énergie de l'ordre de cinq grandes calories par centimètre carré de surface émettrice. Un plan normal à la direction des ondes élastiques doit supporter un peu plus de 4^{atm} et, si le milieu de propagation est le siège d'un régime stationnaire, on aura dans un ventre de pression 8^{atm}. Les bulles de gaz se trouvant en suspension dans ces liquides s'échauffent. L'équation adiabatique indique que, pour une température initiale de 20°C. et un rapport P/P_0 égal à 8, une bulle d'air atteint la température de 234°C.

Or le triiodure d'azote et les fulminates métalliques ont leur température de déflagration inférieure à 234°C.

J'ai en effet constaté qu'on peut faire détoner, à l'aide des ultrasons, le triiodure d'azote, le fulminate d'argent en cristaux, et toute une série de poudres du type Berthollet à base de peroxydes mélangés ou non avec des perchlorates. Les substances sont plongées dans un liquide qui ne les mouille

(1) C. D. Anderson, *Intern. conf. on Phys. Londres*, 1934.
(2) T. H. Neddermeyer et C. D. Anderson, *Los Angeles Meeting. Abstr.*, n° 32, 1935.
(3) H. Berthe et W. Heitler, *Proc. Roy. Soc.*, A, 856, 1934, p. 83.
(4) A. H. Compton et H. Berthe, *Nature*, 134, 1934, p. 734; P. Auger, *Journ. de Phys.*, 7, VI, 1935, p. 226.
(5) Séance du 25 novembre 1935.

pas (de préférence ininflammable) et soumises dans cet état à l'action des ultrasons; les bulles d'air (adhérentes toujours aux particules solides) en s'échauffant, portent les substances à la température de déflagration. Du reste j'ai constaté que l'explosion ne se produit plus lorsque les substances sont préalablement tassées, imprégnées de paraffine, d'huile, ou fondues, ces opérations ayant éliminé l'air emprisonné entre les particules.



Déflagration d'une poudre au peroyde par les ultrasons.

Néanmoins, pour quelques substances excessivement sensibles au choc (triiodure d'azote et mélanges à peroxydes), on obtient la déflagration à l'air libre sans qu'il soit nécessaire d'appliquer l'artifice précédent. La figure ci-dessus montre la déflagration d'une poudre Berthollet obtenue de cette manière.

Dans toutes ces expériences les substances sont maintenues dans des tubes en verre mince, dans des sacs de collodion ou de cellophane, dont on fait toucher le fond à la surface du liquide traversé par les ultrasons (voir figure); l'emploi des tubes métalliques, surtout en acier, est à éviter vu l'effet brisant de ces explosifs.

Si l'on fixe T_0 et P_0, en exprimant la pression finale maxima en fonction de la fréquence F et de l'amplitude a des ultrasons, on obtient pour la température finale

$$T = A(aF)^{1-\frac{1}{\gamma}},$$

A étant une constante. J'ai cherché à augmenter T en agissant sur a ou sur F afin d'atteindre des températures de déflagration plus élevées. Mais, malgré que les quartz aient oscillé sous des tensions d'excitation à peine inférieures à la limite de rupture, il n'a pas été possible de faire détoner des nitrodérivés, même en utilisant l'artifice des ondes stationnaires.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Diagrammes de rayons X du charbon de sucre ayant subi divers traitements thermiques*. Note [1] de M. **Paul Corriez**, présentée par M. G. Urbain.

Un même échantillon de charbon de sucre préparé à partir de saccharose cristallisé, a été divisé en cinq fractions dont chacune a subi un traitement thermique respectivement à 1200°, 1400°, 1600°, 1800° et 2000°. Ces chauffes, effectuées à l'aide d'un four à induction Ribaud, duraient deux heures, une fois la température désirée atteinte. Nous avons employé pour comparer entre eux les diagrammes de rayons X des cinq carbones ainsi traités, la méthode de Debye et Scherrer et le même mode opératoire que nous avions utilisé pour l'étude de divers anthracites [2]. Sur les courbes de noircissement correspondant aux diagrammes, nous avons déterminé les positions des maxima et la largeur des anneaux de diffraction.

1° *Position des maxima*. — Si l'on admet que les anneaux obtenus, A_1, A_2, A_3, sont produits par la diffraction du pinceau de rayons X sur de très petits cristaux, si l'on mesure les angles θ correspondant aux maxima de chaque anneau et si l'on applique la loi de Bragg à ces angles, on obtient pour les carbones ci-dessus, les valeurs d suivantes qui doivent être rapprochées des valeurs elles-mêmes obtenues pour les réflexions (002) (100) et (110) du graphite naturel.

Les espacements d_1 d'une part, d_2 et d_3 d'autre part, varient en sens opposés : si la température du traitement thermique va en croissant, d_1 diminue nettement, d_2 et d_3 augmentent légèrement. Les espacements d_1 vont *en décroissant* depuis la valeur 3,87 (charbon de sucre brut) jusqu'à la valeur 3,48 (charbon de sucre 2000°). Ces chiffres restent *supérieurs* à la valeur admise pour le graphite $d_{(002)} = 3,39 - 3,40$.

Dans le cas des anneaux A_2 et A_3 correspondant aux raies (100) et (110)

---

(1) Séance du 2 décembre 1935.

(2) P. Corriez, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 410.

du graphite, la détermination du maximum sur les courbes de noircissement est plus délicate et devient d'autant plus incertaine que les interférences sont plus estompées. Cependant, nous avons pu noter une *augmentation* très légère de d_2 et de d_3, à partir du carbone 1800°. Cette variation dont la valeur s'approche de l'ordre de grandeur de nos erreurs expérimentales est cependant *systématique*, et c'est ce fait qui nous a paru digne d'être signalé. Les valeurs $d_2 = 2,09 - 2,10$ et $d_3 = 1,21 - 1,23$, sont toujours *inférieures* aux valeurs $d_{(100)} = 2,14$ et $d_{(110)} = 1,24$ du graphite.

Traitements thermiques.	A₁				A₂				A₃	
	θ_1.	$d_1^{(\text{Å})}$.	$l_1^{(\text{mm})}$.	$H^{(\text{Å})}$.	θ_2.	$d_2^{(\text{Å})}$.	$l_2^{(\text{mm})}$.	$d^{(\text{Å})}$.	θ_2.	$d_3^{(\text{Å})}$.
Brut 1000°...	11°27′	3,87	6	10,7	21°32′	2,09	5	15,6	39°21′	1,21
1200...	11 27	3,87	6	10,7	21 32	2,09	5	15,6	39 21	1,21
1400...	11 42	3,79	6	10,7	21 32	2,09	5	15,6	39 21	1,21
1600...	12 8	3,65	6	10,7	21 32	2,09	5	15,6	39 21	1,21
1800...	12 15	3,58	5	13,3	21 25	2,10	4	18,2	38 37	1,23
2000...	12 46	3,48	4	17,6	21 25	2,10	3,5	21,85	38 37	1,23

	(002).		(100).		(110).	
	θ.	*d*.	θ.	*d*.	θ.	*d*.
Graphite de Madagascar divisé (tamis n° 350)................	13°7′	3,40	21°4′	2,14	38°12′	1,24

Des distances réticulaires $d_{(100)}$ et $d_{(110)}$, il est facile de déduire la longueur du côté de l'hexagone de carbone graphitique qui a été trouvée égale à 1,42 Å. Si l'on attribue aux carbones précédents une structure semblable à celle du graphite, le côté d'hexagone ainsi calculé varie de 1,39 à 1,41 et reste toujours légèrement *inférieur* à la valeur moyenne 1,42 [1],

2° *Largeur des anneaux*. — Le tableau précédent donne également les mesures l_1 et l_2 des largeurs des anneaux A_1 et A_2 sur les courbes de noircissement. La précision de cette mesure est relativement bonne pour A_1(002), mais elle est moindre pour A_2, surtout quand il s'agit des carbones peu chauffés (1000° et 1200°). L'anneau A_2 est formé en effet par la juxtaposition des raies d'indice (100), $(1\bar{1}1)$ et (004), plus ou moins

---

(1) Une observation semblable a été signalée, sans être précisée, dans l'étude du carbone d'explosion d'acide graphitique, par H. H. Lowry et R. M. Bozorth (*Journ. of Phys. Chem.*, **32**, 1928, p. 1524). D'autre part, dans le travail de Hofmann et Wilm, (*Zeit. f. phys. Chem.*, **18**, (6), 1932, p. 401), l'angle $\theta = 21°,6$ obtenu pour A_2, dans le cas d'une série de charbons actifs, conduit à un côté d'hexagone de 1,39.

élargies et qui peuvent empiéter les unes sur les autres. Sur les courbes de noircissement, le maximum (004), apparaît toujours d'autant plus net que, la température de chauffe étant plus élevée, les raies sont moins étalées. Les largeurs l_2 données pour l'anneau A_2, représentent donc l'élargissement de la raie (100) toujours intense, non corrigé de la largeur relative à $(1\bar{1}1)$ toujours très faible.

L'anneau A_3(110) généralement très étalé, ne peut permettre de mesure avec une précision acceptable.

L'élargissement des raies d'interférences étant produit par la diminution de la taille des cristallites, les chiffres arbitraires l_1 et l_2 varient en sens inverse de la croissance du petit grain, soit dans la direction de l'axe c, soit dans un plan perpendiculaire. Il est plus expressif de traduire chacun de ces chiffres en une grandeur exprimée en unités ångström, qui se rapprochera des dimensions réelles des cristallites. La formule de Laue nous a conduit aux grandeurs H et D, H étant la hauteur et D le diamètre d'un petit cylindre auquel on assimile le cristallite. Ces valeurs ne doivent être considérées que comme une première approximation, qui donnera une image de la croissance relative des petits cristaux entre 1000° et 2000°.

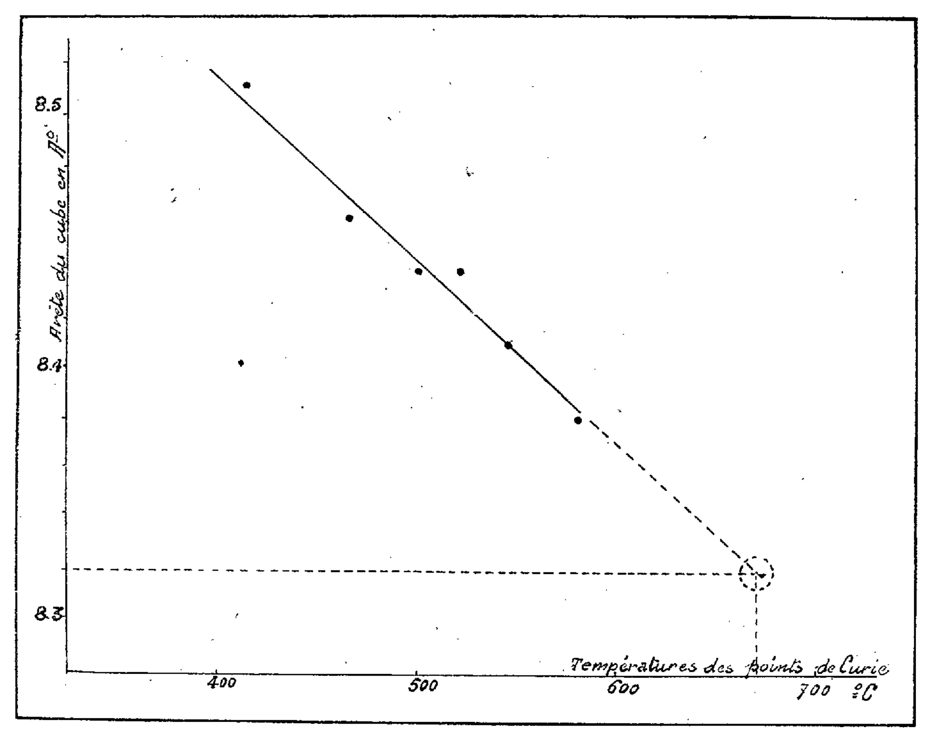
Les divers échantillons de charbon de sucre chauffés entre 1000° et 2000°, ne présentent jamais un diagramme de rayons X identique à un diagramme de graphite naturel. Cependant, quand la température de la chauffe subie augmente, les espacements d se rapprochent peu à peu des valeurs obtenues pour ce même graphite. Si l'on admet que la diffraction des rayons X est produite par des éléments cristallins, la taille de ces cristallites ne s'accroît que d'une façon très faible entre les limites de température étudiées. Pour les échantillons que nous avons examinés, cette croissance n'est sensible qu'à partir du charbon de sucre chauffé à 1800°.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du sesquioxyde de fer cubique stabilisé.* Note de MM. **André Michel** et **Georges Chaudron**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Le sesquioxyde de fer cubique est instable si on l'obtient par oxydation de la magnétite, celle-ci étant préparée à partir d'un sesquioxyde précipité

pur (¹). Dans ce cas, il perd rapidement sa forte aimantation dès 300° en se transformant en sesquioxyde rhomboédrique.

La mise en solution solide de traces de certains ferrites, et en particulier de celui de sodium, modifie profondément les propriétés et la stabilité de



Variations du paramètre cristallin des solutions solides Fe^2O^3 avec $Fe^2O^3\,Na^2O$ en fonction de la température du point de Curie.

l'oxyde cubique. On peut obtenir ainsi des oxydes stables jusqu'à 800°; nous avons vu là un moyen qui permet l'étude de quelques propriétés de ce corps.

Nous avons préparé plusieurs oxydes à teneurs différentes en soude; on ajoutait un volume connu de soude titrée à un poids connu d'hydroxyde précipité; après dessiccation, on préparait la magnétite par réduction, celle-ci était alors oxydée vers 300°.

Après un recuit à 650°, l'analyse thermomagnétique indique un point de Curie net et un retour parfaitement réversible.

(¹) J. Huggett et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1617.

On constate que la température du point de Curie s'abaisse avec la teneur croissante en soude.

Le paramètre cristallin (arête *a* du cube) croît régulièrement depuis 8,32 Å jusqu'à la valeur de 8,52 Å qui est celle de la solution solide limite pour une teneur voisine de 5 pour 100 de Na^2O.

Pour déterminer le point de Curie (virtuel) du sesquioxyde cubique pur, nous avons tracé la courbe de variation du paramètre de la solution solide en fonction de la température du point de Curie. Les points expérimentaux (voir figure) se placent sensiblement sur une ligne droite; par extrapolation, pour la valeur du paramètre 8,32 Å qui est celle de l'oxyde pur, on trouve sensiblement, à ± 10° près, la température de 675° qui est celle du point de Curie de l'oxyde rhomboédrique.

L'étude thermique dilatométrique de ces solutions solides nous a montré au point de Curie les anomalies caractéristiques que l'on rencontre dans tous les ferromagnétiques pour cette température ([1]).

Comme le sesquioxyde cubique pur, les solutions solides faibles peuvent se dissocier à une température relativement basse (vers 300°) en oxyde magnétique et oxygène ([2]), mais la tension de l'oxygène diminue très rapidement avec la teneur en soude et les solutions solides limites sont pratiquement non dissociables à ces températures.

Par hydrolyse dans l'eau chaude ou dans une solution d'acétique, il est possible de diminuer la teneur en soude mais, fait curieux dont nous reprendrons l'étude, la modification du paramètre cristallin et du point de Curie ne se produit qu'après un recuit vers 650°.

D'autres ferrites sont susceptibles de stabiliser le sesquioxyde de fer cubique c'est-à-dire de former avec lui des solutions solides. Les solutions limites avec les ferrites de glucinium, d'argent et de potassium ont leur point de Curie respectif à 220°, 270° et 250°.

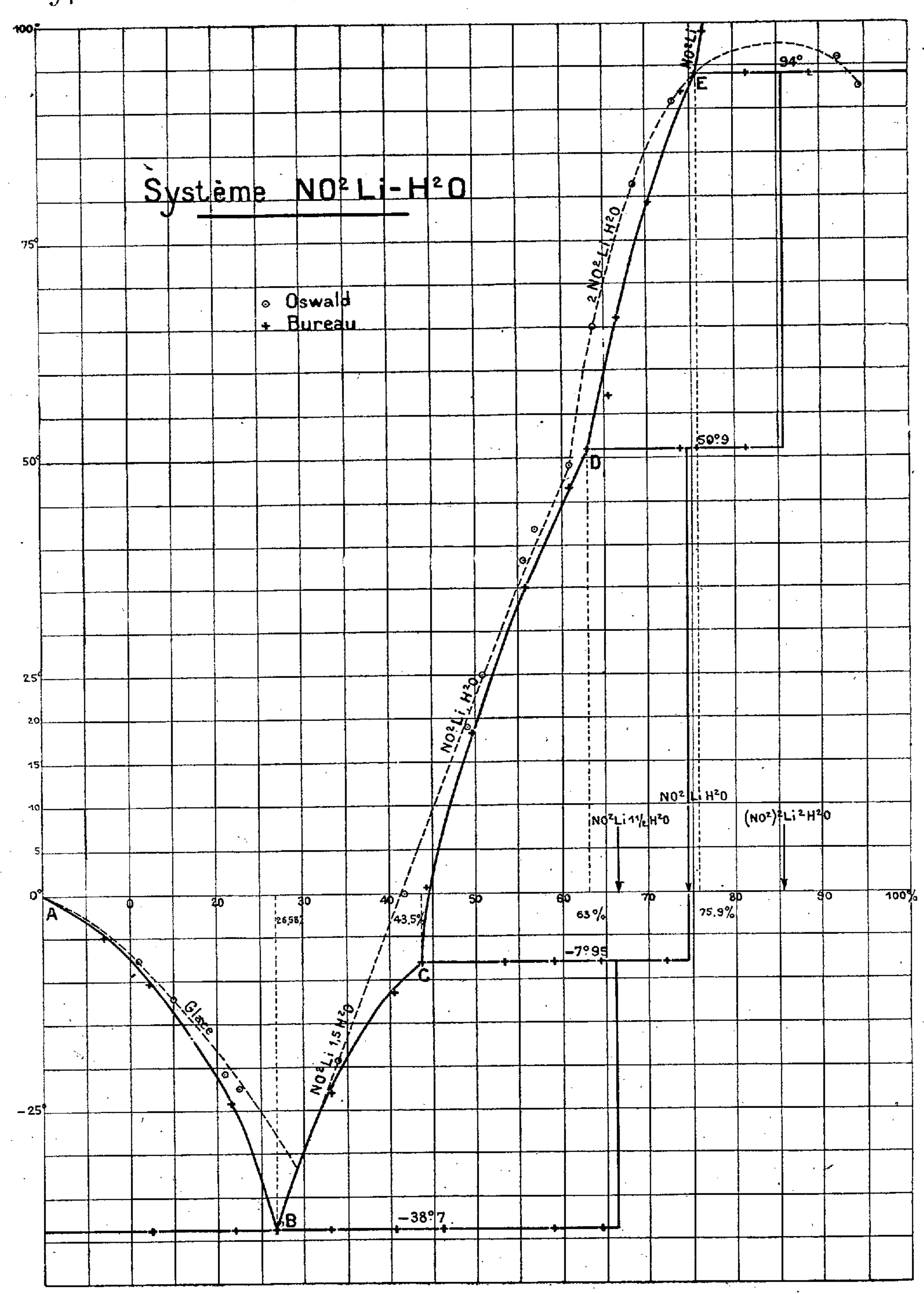
CHIMIE MINÉRALE. — *Le système nitrite de lithium-eau : l'hydrate* $NO^2Li . 1,5 H^2O$. Note ([3]) de M. **Jean Bureau**, présentée par M. Georges Urbain.

On obtient aisément une solution concentrée de nitrite de lithium exempte de nitrate, en introduisant, jusqu'à disparition exacte de l'alca-

([1]) Chévenard, *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 321.

([2]) A. Girard et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 1418.

([3]) Séance du 25 novembre 1935.


Système NO²Li-H²O
⊙ Oswald
+ Bureau
A
B
C
D
E
Glace
NO²Li 1,5 H²O
NO²Li.H²O
2 NO²Li.H²O
NO²Li
-38°7
-7°95
50°9
94°
26,58%
43,5%
63 %
75,9%
NO²Li 1½ H²O
NO²Li.H²O
(NO²)²Li²H²O
100°
75°
50°
25°
0°
-25°
100%

linité, dans une solution de lithine caustique les produits d'oxydation catalytique de l'ammoniac amenés à un état d'oxydation convenable. Cet état d'oxydation ($2NO/N^2O^4 > 1$) est contrôlé suivant une méthode dont les détails seront exposés autre part.

La cristallisation de la solution concentrée sous vide fournit le sel NO^2Li, H^2O isolé pour la première fois par Oswald [1]. Le sel séché sous vide, en présence de chaux, donne le nitrite anhydre.

Nous avons repris l'étude du système $NO^2Li - H^2O$ en combinant l'analyse thermique, la méthode par solubilité à température constante, et les prélèvements pendant les transformations invariantes, précisant des valeurs obtenues jusqu'ici par interpolation. Le graphique ci-contre rassemble nos résultats. On y voit :

1° apparaître l'hydrate $NO^2Li . 1,5H^2O$ qui n'avait jamais été mis en évidence. Son existence amène une variation très sensible dans la position de l'eutectique B; cet hydrate n'est pas stable au-dessus de —7°,95 (transformation péritectique);

2° la transformation péritectique du sel NO^2Li, H^2O en $2NO^2Li, H^2O$ se faire à 50°,9;

3° que le sel $2NO^2Li, H^2O$ ne présente pas le phénomène de fusion aqueuse mais subit à 94°,0 une transformation péritectique avec dépôt de sel anhydre.

Les solutions de nitrite de lithium peuvent être portées à 100° sans subir de décomposition hydrolytique appréciable. Par contre, le sel anhydre, amené avec précaution à fusion dans un four électrique à régime thermique connu, subit une décomposition sensible : le sel à 99,5 pour 100 fournit un mélange à 95,5 pour 100 NO^2Li qui présente un palier de solidification complète à 210° (température corrigée).

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide perchlorique sur l'iode et les dérivés iodés. Dosage de l'iode dans les substances organiques.* Note de MM. **Ernest Kahane** et **T. Tomesco**, présentée par M. Georges Urbain.

La notion de déplacement des halogènes les uns par les autres dans leurs composés oxygénés, introduite par Kaemmerer, n'a pas été suffisamment

---

(1) Oswald, *Ann. Chimie*, 9e série, 1, 1914, p. 65.

battue en brèche malgré des travaux extrêmement solides qui ont montré, dans les cas les plus divers, qu'il s'agit de phénomènes beaucoup moins simples. L'action de l'iode sur les composés oxygénés du chlore, en partilier, ne correspond nullement à une substitution pure et simple, et, dans le cas de l'anhydride ou de l'acide perchlorique, Michael et Conn [1] ont démontré qu'il se forme de l'acide iodique.

Désireux d'étendre au dosage de l'iode l'emploi de l'acide perchlorique, nous avons étudié tout d'abord l'action de cet acide sur l'iode, les iodures et les composés organiques iodés. Avec l'iodure de potassium, la réaction a lieu en deux phases, dont la première prend place vers 135° et consiste dans la libération d'iode, et dont la seconde, à 200-210°, est marquée par une décoloration totale du liquide. Les composés minéraux iodés subissent le même sort que l'iode et l'iodure de potassium. L'acide periodique se transforme en acide iodique avec dégagement d'oxygène, sans passage intermédiaire à l'état d'iode libre. Dans les mêmes conditions, c'est-à-dire en tube scellé et au voisinage de la température d'ébullition de l'acide perchlorique à 72 pour 100 (203°), de nombreux composés organiques (iodoforme, triiodophénol, etc.) sont intégralement oxydés en eau, gaz carbonique et acide iodique.

Nous avons reconnu qu'à 200-210°, il se forme dans tous les cas de l'acide iodique, à l'exclusion de la moindre trace d'acide periodique ou d'un autre composé oxygéné de l'iode. Nos expériences ont été conduites en tube scellé, si bien qu'il nous a été possible d'établir le bilan exact de la réaction, qui se traduit pour l'iodure de potassium, par exemple, par la consommation de la quantité strictement théorique d'acide perchlorique d'après la réaction

$$7\,ClO^4H + 4\,IK = 4\,IO^3H + 3\,ClH + 4\,ClO^4K.$$

Il est remarquable, en effet, de constater qu'il ne se forme pas trace d'oxygène libre et qu'aucun produit chloré autre que l'acide chlorhydrique n'apparaît dans ces conditions ou, du moins, qu'il n'en persiste aucun à froid.

La pression développée à 210° dans les tubes scellés, aussi bien que les expériences de distillation à l'air libre (le mélange azéotropique bout à 203°), montrent que l'acide perchlorique subit une certaine décomposition à cette température. Il s'agit d'une dissociation réversible, car les tubes

(1) A. Michael et W. T. Conn, *Amer. Chem. J.*, 25, 1901, p. 89-96.

normalement refroidis ne contiennent plus aucun gaz. Est-il permis d'attribuer l'oxydation des iodures et de l'iode à l'action secondaire des produits qui résultent de la dissociation de l'acide perchlorique ?

S'il en était ainsi, il faudrait supposer, soit que l'acide perchlorique se dissocie en deux composés susceptibles de réagir l'un et l'autre sur l'iode, soit que l'un des produits de dissociation est précisément de ceux que l'on rencontre en fin de réaction. Comme le tube scellé ne contient à ce moment, en dehors des produits iodés, que de l'acide perchlorique, de l'acide chlorhydrique et de l'eau, que la dissociation de l'acide perchlorique avec formation d'acide chlorhydrique ne pourrait se faire qu'avec libération d'oxygène dont on sait qu'il est incapable, aux faibles pressions où nous opérons, d'oxyder l'iode en iodate, ou d'ozone qui ne cède à l'iode que le tiers de son oxygène, la deuxième hypothèse se trouve exclue (la dissociation en eau et anhydride perchlorique nous ramènerait en effet au cas de l'action directe de l'acide perchlorique).

Il faut donc retenir la première hypothèse et admettre que l'acide perchlorique se dissocie en deux substances également susceptibles de réagir intégralement sur l'iode avec formation exclusive d'acides iodique et chlorhydrique et d'eau (et il est impossible pour l'instant de préjuger de la nature de ces substances), ou considérer que l'acide perchlorique réagit directement sur l'iode d'après la réaction ci-dessus. De toutes façons, le phénomène est entièrement différent du simple déplacement de Kaemmerer, dont la plupart des ouvrages classiques garde encore la trace.

Application analytique. — Nous n'avons pas trouvé les conditions dans lesquelles l'application analytique de cette propriété pourrait se faire d'une façon simple. En effet, à partir des iodures minéraux ou des composés organiques iodés, il se forme en premier lieu de l'iode, dont une partie échappe à la réaction ultérieure si l'on opère dans un vase ouvert, même garni d'un excellent réfrigérant à reflux. A moins donc d'opérer en tube scellé, ce qui constituerait un véritable Carius à acide perchlorique et n'aurait pas d'avantages considérables sur le Carius classique, nous devions adopter un mode opératoire basé sur un principe différent.

C'est ce que nous avons fait en traitant les produits iodés par un mélange nitro-sulfo-perchlorique, comme Kahane l'avait déjà fait pour le dosage de divers autres éléments [1], et en recueillant les vapeurs émises au cours de l'opération dans de l'eau bromée. La portion de l'iode qui s'échappe est oxydée par l'eau de brome en acide iodique. L'autre portion qui reste dans le ballon-laboratoire s'y trouve également sous forme d'acide iodique et le dosage pourrait se faire en réunissant purement et simple-

---

[1] E. KAHANE, *L'action de l'acide perchlorique sur les matières organiques et ses applications analytiques*, 2 fascicules, Paris, 1934.

ment les deux liquides et en dosant l'acide iodique par la réaction classique de libération de l'iode aux dépens de l'iodure de potassium. Il nous a semblé cependant plus commode d'additionner le liquide du ballon-laboratoire d'un large excès d'acide arsénieux, de façon à libérer l'iode, qui est entièrement chassé par ébullition dans le barboteur à eau de brome. Celui-ci renferme en définitive tout l'iode de la prise d'essai. Le brome est chassé par ébullition de la liqueur rendue acétique, et l'acide iodique est dosé par libération d'iode et titrage à l'hyposulfite.

Cette technique, appliquée dans le Baubigny classique, où l'appareil à barboteur en W de E. et M. Kahane, de 2 à 10^{mg} de différents produits iodés, a donné des résultats remarquablement précis. Elle est également susceptible d'applications en Chimie biologique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés de chlorures et de bromures doubles de nickel bivalent et de bases organiques.* Note de M. Jean Amiel, présentée par M. Robert Lespieau.

M. Paul Job [1] a montré par des mesures d'absorption que les solutions bromhydriques de Br^2Ni renfermaient des complexes, et une application de la loi d'action de masse l'a conduit à $[NiBr^2]$ et $[NiBr^4]^{--}$. Reitzenstein [2] avait obtenu avec la pyridine un nickelotétrachlorure, jaune orangé, qu'il n'avait pas pu reproduire. Ayant préparé des cupritétrachlorures et cupritétrabromures organiques [3], j'ai cherché pour le nickel des composés analogues. Je n'ai pas reproduit $[NiCl^4](C^5H^5NH)^2$; mais j'ai obtenu un corps brun violacé, en belles aiguilles, déliquescent, dont la composition n'est pas très éloignée de celle de $[NiBr^4](C^5H^5NH)^2$. Par contre, j'ai préparé à chaud une série intéressante de chlorures doubles renfermant 3 atomes d'halogène par atome de Ni bivalent, du type Cl^2Ni, ClM. Profitant de l'ingénieux dispositif d'électrophorèse dans un tube en U avec robinets fermés [4] et des précieux conseils de M. Clément Duval, j'ai recherché dans les solutions des anions renfermant du nickel. Malheureusement, que les solutions fussent aqueuses ou alcooliques, neutres ou fortement acides, qu'il y eût, ou non, un excès de l'un des deux sels, je n'ai pu, jusqu'à présent, caractériser le nickel que dans le compartiment cathodique. D'ailleurs, lorsqu'il s'agit ainsi de complexes

(1) P. Job, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 831.
(2) Reitzenstein, *Zeitschrift für anorg. Chem.*, 18, 1898, p. 267.
(3) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 138 et 201, 1935, p. 964.
(4) C. Duval, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2175.

imparfaits, très souvent les composés solides isolables n'ont pas la même composition que les complexes stables en solution [1]. J'utiliserai provisoirement dans la suite la notation dualistique des sels doubles. Une notation conforme à la systématique de Werner serait plus satisfaisante, mais il est difficile d'attribuer aux complexes imparfaits une constitution qui ait un sens expérimental. On peut toutefois chercher des formules qui aient un intérêt de classification. Les plus naturelles utiliseraient un Ni hexacoordiné : on écrirait $[NiCl^6]^{Ni}_{M^2}$ au lieu de Cl^2Ni, ClM. Par analogie, on compléterait la classification en écrivant le chlorure et le bromure de nickel anhydres $[NiCl^6]Ni^2$ et $[NiBr^6]Ni^2$. Ceci n'est pas plus choquant que d'attribuer, comme on l'a fait et non sans raisons, la formule $[CuCl^4]Cu$ au chlorure cuivrique, ou bien $[CdI^4]Cd$ à l'iodure de cadmium.

Chlorures. — J'ai préparé avec la méthylamine, l'éthylamine, la propylamine et l'éthylène-diamine, la pyridine, la pipérazine et la quinoléine :

$Cl^2Ni, ClNH^3CH^3$. — Ocre jaune. Aiguilles plates et lamelles microscopiques.

$Cl^2Ni, ClNH^3C^2H^5$. — Ocre jaune. Aiguilles plates microscopiques.

$Cl^2Fi, ClNH^3CH^2CH^2CH^3$. — Jaune. Lamelles microscopiques en forme de parallélogrammes.

$2Cl^2Ni, ClNH^3CH^2CH^2NH^3Cl$. — Jaune foncé. Aiguilles plates et parallélogrammes microscopiques.

$2Cl^2Ni, ClNH^3CH^2CH^2NH^3Cl, 6H^2O$. — Jaune citron. Lamelles microscopiques en forme de parallélogrammes. Non déliquescent, perdant son eau bien au-dessus de 100°.

$Cl^2Ni, ClNHC^5H^5$. — Orangé très pâle. Fines aiguilles $d_{20°} = 2,01$. Déjà obtenu par Reitzenstein.

$Cl^2Ni, ClNH^2C^5H^{10}$. — Jaune clair. Fines aiguilles microscopiques.

$2Cl^2Ni, ClNH^2C^4H^8NH^2Cl$. — Ocre jaune légèrement orangée. Aiguilles plates microscopiques.

$Cl^2Ni, ClNHC^9H^7$. — Jaune de Naples. Aiguilles microscopiques.

La pipérazine m'a donné, en outre, à une température plus basse, le corps $2Cl^2Ni, ClNH^2C^4H^8NH^2Cl, 6H^2O$, jaune citron, formé de très petites lamelles et aiguilles plates, non déliquescent, de densité $d_{20°} = 2,04$, perdant facilement son eau au-dessus de 100° C.

Bromures. — J'ai obtenu avec les mêmes amines et les mêmes bases :

$Br^2Ni, BrNH^3CH^3$. — Terre de Sienne brûlée. Aiguilles plates microscopiques.

$Br^2Ni, BrNH^3C^2H^5$. — Terre de Sienne. Aiguilles plates microscopiques.

$Br^2Ni, BrNH^3CH^2CH^2CH^3$. — Jaune foncé. Aiguilles plates microscopiques.

$2Br^2Ni, BrNH^3CH^2CH^2NH^3Br$. — Jaune. Minces lamelles.

---

(1) P. Job, *Traité de Chimie minérale* de P. Pascal, 10, Paris, 1933, p. 598 et 654.

Br^2Ni, $BrNHC^5H^5$. — Terre de Sienne brûlée. Fines aiguilles $d_{20°} = 2,68$.

Br^2Ni, $BrNH^2C^5H^{10}$. — Jaune foncé. Fines aiguilles microscopiques.

$2 Br^2Ni$, $BrNH^2C^4H^8NH^2Br$. — Jaune foncé. Aiguilles microscopiques.

Br^2Ni, $BrNHC^9H^7$. — Ocre jaune. Aiguilles microscopiques.

La pipérazine m'a fourni aussi : $2 Br^2Ni$, $BrNH^2C^4H^8NH^2Br$, $6 H^2O$, terre de Sienne, en plaques épaisses formées de parallélogrammes voisins de losanges, de densité $d_{20°} = 2,58$, non déliquescent, perdant son eau facilement au-dessus de 100°.

Préparation. — On mélange les solutions concentrées de chlorures (ou de bromures) de nickel bivalent et de la base organique. On maintient un excès d'acide. On évapore à chaud, sous pression réduite : la cristallisation se fait au voisinage de 100°. On essore; on sèche dans le vide. On peut redissoudre dans l'alcool méthylique chaud et précipiter par un courant gazeux de ClH ou BrH, ou bien évaporer cette solution acidulée. Le produit sec peut être lavé à l'acétone ou à l'éther, mais non à l'alcool, comme le faisait Reitzenstein, car il y aurait appauvrissement en Cl^2Ni, ou Br^2Ni.

Propriétés. — Les chlorures ont une couleur qui va du jaune de Naples (antimoniate de plomb) clair, à l'ocre jaune; ils sont déliquescents, mais seulement dans une atmosphère passablement humide. Les bromures, très déliquescents, sont plus foncés que les chlorures correspondants; leur couleur va du jaune foncé à la terre de Sienne brûlée. Chauffés, ces corps se décomposent sans fondre. Tous sont insolubles dans l'éther, le chloroforme le tétrachlorure de carbone, le benzène, le toluène, le xylène, le pinène, très peu solubles, à froid comme à chaud, dans l'acétone et l'acide acétique, un peu solubles dans les alcools benzylique et butylique. Ils sont solubles dans les alcools méthylique et éthylique qu'ils colorent en vert. Les solutions aqueuses sont vertes, plus foncées à chaud; nous avons vu que l'électrophorèse pratiquée suivant le montage de M. Duval n'y révèle le nickel qu'à l'état de cations Ni^{++}. Ces solutions possèdent bien les mêmes propriétés que celles des sels de nickel bivalent. L'adjonction d'acide chlorhydrique, ou bromhydrique aux solutions aqueuses ou alcooliques diminue la solubilité et conduit à des liqueurs jaunes à froid, vertes à chaud.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les oxydes anthracéniques dissociables : influence des groupements naphtyles en méso.* Note de M. **Antoine Willemart**, transmise par M. Marcel Delépine.

Ch. Dufraisse et A. Étienne [1] ont trouvé chez le diphényl-9.10-anthracène le caractère particulier qu'ont les rubènes de donner des oxydes organiques dissociables.

Grâce à cette découverte, nous avons songé à entreprendre une étude systématique de l'influence des divers groupements en méso dans les composés anthracéniques, étude qui malheureusement avait été limitée dans la série des rubènes eux-mêmes par la difficulté et souvent même l'impossibilité d'obtenir les composés désirés. Cette présente Communication concerne les groupements naphtyles.

A cette fin, nous avons préparé les deux dinaphtyl-anthracènes symétriques. Le di-α-naphtyl-9.10-anthracène, déjà connu, a été obtenu par réduction au moyen de l'iodure de potassium en solution acétique du 9.10-di-α-naphtyl-dihydroxy-dihydro-anthracène [Guyot et Staehling [2]] : c'est un composé légèrement coloré en jaune fondant à 430°-431° (bloc Maquenne). Le di-β-naphtyl-9.10-anthracène ($C^{34}H^{22}$) qui, à notre connaissance, n'a pas été encore décrit, a été obtenu de la même façon à partir du 9.10-di-β-naphtyl-dihydroxy-dihydro-anthracène ($C^{34}H^{24}O^2$, fus. : 366°-367°). C'est un corps légèrement jaune fondant à 378°-379° (bloc Maquenne)

$C^{10}H^7$, OH — C — C^6H^4 C^6H^4 — C — HO, $C^{10}H^7$ $\xrightarrow[\text{Sol. acétique}]{\text{KI}}$ $C^{10}H^7$ — C — C^6H^4 C^6H^4 — C — $C^{10}H^7$

(I). Di-α- ou β-naphtyl-dihydroxy-dihydro-anthracène.

(II). Di-α- ou β-naphtyl-anthracène.

Ces deux carbures anthracéniques sont thermochromes, ce qui est sans doute en relation avec leur tendance signalée depuis longtemps à prendre la forme biradicale.

---

(1) *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 280.
(2) *Soc. chim.*, 3e série, **33**, 1905, p. 1115.

Leur propriété la plus remarquable est de donner un photoxyde dissociable, ainsi que nous l'avons constaté dans l'expérience préliminaire suivante : une solution d'hydrocarbure exposée à la lumière solaire en présence d'air donne après évaporation du solvant un résidu qui, chauffé vers 180°-200°, laisse dégager un gaz; celui-ci à l'analyse s'est révélé être de l'oxygène pur; de plus son volume correspondait à un rendement voisin de 70 pour 100 de la quantité théorique calculée à raison de 1^{mol} d'oxygène pour 1^{mol} d'hydrocarbure.

Nous nous proposons d'étudier ces oxydes.

MINÉRALOGIE. — *Détermination microchimique de la cholestérine, de l'urée, de la glycérine etc., basée sur la formation des cristaux liquides*. Note de M. **Paul Gaubert**.

J'ai signalé à plusieurs reprises la formation de liquides cristallins par la fusion de la cholestérine avec diverses substances ([1]). Le liquide isotrope, obtenu sur une lame de verre porte-objet, donne par un léger refroidissement des cristaux liquides (phase smectique de G. Friedel) passant ensuite à l'état solide.

Ces liquides cristallins sont optiquement positifs, et par conséquent ne possèdent ni le pouvoir rotatoire ni les teintes réfléchies de certains composés de la cholestérine (propionate, benzoate, etc.). En outre, contrairement à ces derniers, ils se produisent presque instantanément.

Ces liquides anisotropes se présentent sous des formes très variées (gouttelettes, sphérolites, stries huileuses, formes myéliniques, bâtonnets allongés suivant n_g et à contour plus ou moins dentelé, se fusionnant dès qu'ils se touchent), mais il est très facile de mettre leur existence en évidence, et c'est ce qui rend pratique le nouveau procédé microchimique qui fait l'objet de cette Note, en exerçant une légère pression sur le couvre-objet. Le liquide anisotrope coule dans tous les sens formant ainsi une espèce de sphérolite. La biréfringence est assez élevée, au moins 4 fois celle du quartz.

Voici quelques exemples de détermination par cette méthode. Je n'in-

([1]) P. Gaubert, *Comptes rendus*, **144**, 1907, p. 761; **145**, 1907, p. 732; **147**, 1908, p. 632; **149**, 1909, p. 608; **156**, 1913, p. 149 et *Bull. Soc. fr. de Min.*, **32**, 1909, p. 62 et 438; 36, 1913, p. 614. Depuis j'ai trouvé quelques autres substances donnant aussi des cristaux liquides avec la cholestérine, la phloridzine, la saligénine, l'érythrite, le rhamnose, le *p*-nitrophénol.

siste pas sur celle de la cholestérine ; il suffit d'en fondre une petite quantité provenant d'un cristal ou d'un dépôt formé par l'évaporation sur une lame de verre d'une goutte de solution, avec une parcelle d'un cristal d'urée, ou de tout autre corps donnant des cristaux liquides. La préparation recouverte d'un couvre-objet peut être chauffée sur une platine quelconque, mais le mieux pour tous les essais est d'utiliser une platine électrique, munie d'un thermomètre, pouvant se placer sur celle du microscope. La formation des cristaux liquides peut être suivie quand ils se produisent aux dépens du liquide isotrope et par fusion des cristaux solides.

Réciproquement toutes les substances donnant des cristaux liquides avec la cholestérine peuvent être caractérisées de la même manière.

Ainsi l'urine peut être immédiatement distinguée des autres liquides de l'organisme. A une goutte de ce liquide, on ajoute de petites parcelles d'un cristal de cholestérine. La préparation est chauffée légèrement pour chasser l'eau et est ensuite recouverte d'une lamelle couvre-objet. On élève la température jusqu'à la fusion de cholestérine (148°,5). La plaque examinée au microscope, montre pendant qu'elle est encore très chaude de petites plages avec des cristaux liquides. Naturellement de telles plages sont d'autant plus faciles à voir et d'autant plus nombreuses que la goutte est plus grosse. Mais on peut caractériser ainsi l'urée avec 20^{mmg} d'urine et même moins. L'essai peut être répété plusieurs fois avec la même préparation, aussi il ne peut y avoir d'indécision.

Ce procédé est naturellement moins sensible que celui de l'emploi du xanthydrol, indiqué par M. R. Fosse, mais il est plus caractéristique que celui qui est basé sur la formation des cristaux de nitrate d'urée. On peut améliorer ce dernier par la coloration de la solution avec du bleu de méthylène (1/2000) (1) qui colore les cristaux, ce qui lève toute indécision.

De même la glycérine est facilement décelée dans le vin, dont une goutte donne avec la cholestérine des cristaux liquides en opérant comme avec une goutte d'urine. Parfois, le dépôt de substances solides sur la lame de verre, peut empêcher la lamelle de s'appliquer exactement sur cette dernière. Les plages de liquide cristallin sont alors plus petites et moins nettes, étant plus épaisses, mais une légère pression provoque l'écoulement du liquide biréfringent et le met en évidence.

Par le même procédé il est facile de reconnaître la présence de la glycérine dans certains produits employés pour la toilette.

---

(1) P. Gaubert, *Bull. Soc. fr. de Min.*, 55, 1932, p. 235.

Une goutte de jus de citron donne aussi avec la cholestérine des cristaux liquides. Ces derniers, dûs à l'acide citrique, sont plus visqueux que ceux obtenus avec l'urine et le vin : ils peuvent persister longtemps à la température ordinaire.

GÉOLOGIE. — *Sur les différentes formations houillères du Bassin de Vouvant (Vendée et Deux-Sèvres).* Note de M. **Gilbert Mathieu**, transmise par M. Charles Barrois.

La bande houillère très étroite du Bocage Vendéen présente suivant les points des flores fossiles très différentes; nous ne parlerons ici que du Bassin de Vouvant [1], qui s'étend depuis le village de Cezais au Nord-Ouest jusqu'à Saint-Laurs (Deux-Sèvres) au Sud-Est, suivant une longueur de 21^{km}.

I. *Gisement namurien de Saint-Laurs-Faymoreau.* — La formation d'âge *namurien* qui affleure dans la pointe sud-est du bassin, depuis la Bouffrie au bord de la Vendée jusqu'à Saint-Laurs, débute par des conglomérats avec galets de schiste vert, de quartzite vert, de quartzite rouge, de quartz et de phtanite. Les veines inférieures de Saint-Laurs alternent avec ces conglomérats, d'autre part il existe de beaux schistes à plantes et même un niveau limnique avec *Leaia tricarinata* var. *minima*, Pruvost.

La flore de Saint-Laurs [2] est identique à la flore de la Basse-Loire [3]; citons parmi les principales espèces végétales : *Sphenopteris Dubuissoni*, Brongn., *Sphenopteris (Diplotmema) adiantoides*, Schl., *Adiantites oblongui-folius*, Gopp., *Rhodea tenuis*, Gothan, *Pecopteris aspera*, Brongn., *Ulodendron ophiurus*, Brongn.

Dans les exploitations actuelles des Mines de Faymoreau, on peut caractériser chaque veine par son toit. A la base du faisceau de Bernard, signalons deux niveaux de conglomérats bréchoïdes avec fragments de schistes verts. Les poudingues inférieurs de Saint-Laurs et les brèches de Bernard nous montrent une érosion intense pendant le Namurien dans le Briovérien et le Cambrien de Vendée alors émergés.

II. *Le bassin stéphanien d'Épagne.* — A la base du Stéphanien du

---

(1) H. Fournel, *Gîtes houillers et métallifères du Bocage Vendéen*, 1836.

(2) Dr. Picquenard, *Bull. Soc. géol. min. Bretagne*, 4, 1923, p. 273.

(3) Ed. Bureau, *Études des gîtes minéraux, Bassin de la Basse-Loire*, 1914.

Bassin d'Épagne, il existe un conglomérat épais d'une centaine de mètres qui renferme des galets non calibrés de quartzite rouge et de quartz (certains atteignent une longueur de 60^{cm}). Au-dessus de ce *Gros-Banc* de poudingue on rencontre le faisceau de la Verrerie avec des *schistes bitumineux* à 9 pour 100 de matières volatiles et la veine Verrerie qui présente un *toit à Sigillaires*. Les exploitations de la Verrerie ont été délaissées depuis 1863, mais nous avons retrouvé dans différents Musées (La Roche-sur-Yon, Nantes, Poitiers) des empreintes de Sigillaires cannelées : *Sigillaria tessellata*, *Sigillaria ovata*. Au Musée de Niort, il existe une petite collection récoltée à Faymoreau en 1840 dans laquelle un échantillon d'*Odontopteris Reichi*, Gutb. vient nous apporter la preuve de l'âge *Stéphanien* du faisceau de la Verrerie [1].

Le faisceau de la Verrerie est surmonté par une nouvelle formation de poudingue, mais à ce niveau ce sont des poudingues avec petits galets de quartz et de phtanite. L'ensemble des poudingues et du faisceau de la Verrerie prend en écharpe le gisement namurien depuis le Moulin de la Bouffrie sur la Vendée, jusqu'au Hameau des Broises situé au nord du nouveau puits Bernard. En ce dernier point, d'après les récentes recherches faites par la Compagnie des Mines de Faymoreau au moyen de tranchées en surface et de galeries au fond, les poudingues supérieurs à petits éléments paraissent discordants et transgressifs sur le Namurien.

Le faisceau de la Verrerie forme à Faymoreau une cuvette synclinale avec ennoyage vers l'W-NW, en direction du puits d'Épagne. Il supporte tout un groupe de veines et de passées de plus en plus récentes qui ont été reconnues entre Puy-de-Serre et Puy-Rinxent. Le faisceau d'Epagne montre une flore assez spéciale : on rencontre des Sigillaires cannelées parmi lesquelles *Sig. tessellata*, *Sig. scutellata*, *Sig. ovata*, des Pécoptéridées avec des espèces qui offrent une grande extension verticale comme *Pecopteris dentata*, mais on rencontre également les espèces stéphaniennes du groupe *Cyathea-arborescens* et *Pecopteris oreopteridia*. Les *Cordaites* sont abondantes; on trouve enfin des fragments de *Callipteridium* et de *Sigillaria Brardi*. D'après les résultats des études paléobotaniques de M. Paul Bertrand dans les bassins houillers du Massif Central, une pareille association ne paraît possible qu'au Stéphanien inférieur. Les roches du Stéphanien sont très différentes de celles du Namurien : à Epagne ce sont des pou-

(1) En 1840, il n'existait à Faymoreau que l'exploitation de la Verrerie; aucun doute n'est donc possible sur l'origine du gisement.

dingues siliceux à petits éléments, des grès micacés et des schistes psammitiques, tandis que les schistes verts siliceux, les conglomérats avec galets de grès verts et de schistes verts sont spéciaux au gisement namurien de Saint-Laurs.

Complexité du bassin vendéen. — D'après les provenances indiquées sur certains échantillons des Musées de Poitiers et de Niort, il existe aussi dans la concession de Saint-Laurs une flore stéphanienne typique représentée par quelques empreintes. L'étude sur le terrain nous permet de dire qu'il ne peut s'agir que d'un gisement très localisé. Mais nous devons admettre également dans la pointe sud-est du bassin des lambeaux de Stéphanien au milieu du Namurien.

Au point de vue de l'histoire géologique de la Vendée, il est important de noter que le conglomérat de la Verrerie représente la base du Stéphanien inférieur, peut être discordant, certainement transgressif sur le Namurien. Ce conglomérat est le représentant à Faymoreau du *conglomérat de Holz* de la Sarre. Nous retrouvons donc en Vendée la trace de la phase asturienne des plissements hercyniens, comme dans le bassin houiller sarro-lorrain [1].

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution des vals de la Loire et sur la signification des monticules insubmersibles.* Note [2] de M. **Georges Denizot**, présentée par M. Lucien Cayeux.

Les plaines de la Loire moyenne reposent sur une dizaine de mètres d'alluvions récentes, couronnées par les limons de crues modernes. Ces plaines se répartissent en *vals* à bombement central, compris entre le fleuve et une *fausse-rivière ;* les parties les plus saillantes, où les limons sont minces, s'élèvent souvent à 3 ou 4^m sur l'étiage. Mais cette hauteur subit des variations notables dans certaines sections.

La Vallée d'Anjou [3] présente un large val à 2^m seulement, et sa submersion est facile lors des crues. D'ailleurs, la Loire se tient plus haut que l'Authion, et que les tronçons terminaux de ses affluents tourangeaux empruntant la fausse-rivière. Or, on relève les indices d'un relèvement du fleuve à l'époque historique, dû aux endiguements.

---

(1) P. Pruvost, *Étude des gîtes minéraux*, *Bassin de la Sarre*, fasc. III.

(2) Séance du 2 décembre 1935.

(3) G. Denizot, *Soc. scient. Angers*, 58, 1928, p. 71; R. Dion, *Le Val de Loire*, Paris, 1934.

Les Vals d'Orléans et Saint-Benoît montent à 5 et 6^m. Or, on a enregistré vers 1875 un creusement local de la Loire (¹), sans doute exagéré par des travaux, mais dont la raison profonde doit être le contact avec les calcaires fissurés de la Beauce.

Les hauteurs des terrasses se présentent dès lors ainsi :

	Hauteurs sur l'étiage.	Hauteurs sur le val.
Basses terrasses	11 à 19	9 à 13
Très basses terrasses	5 à 10	3 à 4
Alluvions des vals	2 à 6	0

La présentation différente des vals peut donc être mise en relations avec des causes locales, et la hauteur de 3^m pour le sommet des alluvions récentes, correspondant à de vieilles grèves, paraît normale : comparées aux grèves actuelles qui atteignent 2^m sur l'étiage, elles accusent un profil relevé de 1^m, comme je l'ai admis pour la dernière phase récente du niveau marin (²).

Cependant le relief des vals semble présenter des saillies, réputées insubmersibles, et qu'on a considérées comme des vestiges d'alluvions anciennes.

Dans la Vallée d'Anjou, les *montilles* de Chouzé et Varennes ne sont pas isolées, mais reliées par des sables graveleux en saillie légère sur les limons environnants, et ces sables vont jusqu'à Villebernier; ils dessinent un vieux cours de la Loire. Après Saumur, des monticules très surbaissés, séparés par des fonds de limons, reproduisent sur la droite du fleuve la réplique des grèves du lit actuel.

Dans les Varennes de Tours, on a remarqué des buttes peu élevées, mais d'un grand rôle historique; en réalité, il y a une ligne continue de montilles graveleuses, de l'amont de Berthenay, par Nouy, vers le Plessis, Beaumont, traversant en biais la ville de Tours pour former la butte de *Cæsarodunum*, allant par Saint-Pierre-des-Corps vers la Ville-aux-Dames. La ligne traverse la Loire devant Montlouis et jusqu'à Amboise laisse une série de montilles. C'est le vieux cours du fleuve. Sur de tels monticules se trouvent les premiers établissements connus (Age du Bronze, à Saint-Genouph, Négron).

En amont d'Orléans, les nombreuses montilles sont séparées par des fossés remplis de limons modernes. Certaines ont été citées comme se détachant à 10^m sur l'étiage actuel, et prises pour restes d'alluvions anciennes malgré le contraste de leur faciès fin avec les basses terrasses très grossières. Mais ces fortes hauteurs attribuées aux *buttes du Val* procèdent de cotes de la Carte d'État-Major, qui sont erronées. Ainsi,

(¹) Observations de Deglaude, analysées par L. Gallouëdec (*La Loire*, Paris, 1910, p. 124).

(²) G. Denizot, *Congr. Soc. sav.*, Paris, 1925, p. 111.

le point 112 près de Tigy est à 107^{m} (1), soit 5^{m} sur la Loire comme pour les *buttes* de Saint-Denis; le point 104 de Ligny, plus difficile à rattacher, n'est pas à plus de 100^{m}.

Il n'est dans les vals, entre Briare et la Maine, aucun témoin d'alluvions anciennes : les buttes apparentes ne sont que des fragments de la surface terminale récente, antérieure au Bronze. Les montilles révèlent simplement le système des grèves fossiles de l'époque récente, correspondant à un fleuve un peu plus élevé que l'actuel. Certaines montilles ont pu subir des retouches, soit par des actions éoliennes, soit par la main de l'homme.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les phénomènes cytologiques du développement de l'œuf et de la fécondation chez les champignons du groupe des Saprolégniées*. Note de M. et Mme **Fernand Moreau**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Le petit nombre de Saprolégniées dont on ait observé jusqu'ici les phénomènes cytologiques de la sexualité nous invite à faire connaître les résultats que nous avons obtenus dans l'étude de deux espèces qui n'ont pas été examinées à ce point de vue : une espèce monoïque, *Achlya conspicua* Coker, et une espèce dicline, *A. flagellata* Coker.

Dans ces deux espèces, l'oogone et l'anthéridie naissent multinucléés et se séparent chacun du filament qui le porte par une cloison. L'oogone s'est vacuolisé au centre et l'on observe la dégénérescence d'une partie de ses noyaux. Dans le protoplasme périphérique, les noyaux restants grossissent. A un moment, ils entrent en division, en même temps que ceux de l'anthéridie, alors appliquée contre la membrane de l'oogone. Au cours de la mitose, le nucléole diminue de taille et disparaît; un fuseau, d'origine intranucléaire, se forme; il montre à la métaphase des chromosomes peu nombreux, vraisemblablement au nombre de quatre. Rien dans la taille des fuseaux ou le nombre des chromosomes ne permet de penser que chacun des noyaux qui se divisent subissent deux mitoses et soit l'objet d'une réduction chromatique.

Dans l'oogone, le phénomène de dégénérescence nucléaire continue; un

(1) Profil de la route de Tigy à Châteauneuf (*Archives des Ponts et Chaussées à Orléans*, nivellement Bourdaloue, cotes à diminuer de 0^{m},75) et Répertoire du *Nivellement général*. De Tigy (112^{m}) à Châteauneuf (123^{m}), la route traverse tout le val entre 106^{m} et 108^{m}, et franchit la Loire à 102^{m}.

très petit nombre de noyaux survivent dans le protoplasme pariétal; chacun deviendra le noyau d'une oosphère.

Le protoplasme, qui formait jusque-là un anneau étroit autour de la vacuole centrale de l'oogone, s'amasse autour des noyaux privilégiés. Chacun de ceux-ci montre un centrosome entouré d'un aster dont les filaments rayonnants s'étendent dans le protoplasme environnant, donnant l'impression d'une prise de possession par chaque noyau d'une partie du cytoplasme de l'oogone. Les oosphères s'individualisent et chacune forme une masse arrondie renfermant un noyau avec un centrosome et un aster.

L'anthéridie émet alors des diverticules plurinucléés qui pénètrent dans la cavité de l'oogone, se dirigent vers les oosphères et se mettent en rapport avec elles. Une communication s'établit entre chaque oosphère et le tube anthéridial correspondant, un noyau anthéridial passe dans le cytoplasme de l'oosphère. On le trouve pendant quelque temps à la périphérie de cette dernière; il est de petite taille; plus tard il grossit et peut acquérir le diamètre du noyau de l'oosphère.

Tous ces phénomènes sont communs à l'*A. conspicua* et à l'*A. flagellata*.

Chez l'*A. conspicua*, les deux noyaux se rapprochent, viennent au contact et se fusionnent. Ainsi se fait un œuf, qu'entoure une membrane épaisse, et qui renferme, avec une ou plusieurs gouttelettes d'huile, un unique noyau de copulation.

Chez l'*A. flagellata* au même stade, les deux noyaux se rapprochent, viennent au contact, mais nous n'avons pu observer leur fusion. L'œuf acquiert une membrane épaisse, se charge d'une grosse gouttelette d'huile, sans qu'une karyogamie y ait eu lieu. Si le phénomène se produit, il est très tardif et peut être reporté à la germination de l'œuf.

Nous concluons donc, chez *A. conspicua* et *A. flagellata*, à l'existence d'une mitose unique, sans lien avec une méiose, des noyaux de l'oogone et de l'anthéridie, à des dégénérescences de nombreux noyaux de l'oogone, à la formation d'oosphères uninucléées, à la présence d'un centrosome et d'un aster près du noyau dans l'oosphère et le jeune œuf, à une mise en rapport de l'anthéridie et de l'oogone, puis à une copulation des rameaux anthéridiaux et des oosphères. Nous constatons chez *A. conspicua* la fusion du noyau de chaque oosphère avec un noyau anthéridial, mais nous ne l'observons pas chez *A. flagellata* au même stade.

Les résultats que nous obtenons chez *A. conspicua* sont en accord avec ceux rapportés par Trow (1899), Claussen (1908), Kasanowsky (1911), Patterson (1927), Carlson (1929), Couch (1932), respectivement chez

A. Americana, *Saprolegnia monoica*, *Aphanomyces lævis*, *Achlya colorata*, *A. racemosa*, *Leptolegnia caudata*. La description que nous donnons de l'*Achlya flagellata* concorde avec celle que Mucke (1908) a fournie de l'*A. polyandra*.

Les Saprolégniées offrent ainsi les traits d'une fécondation particulière, susceptible de variations dans ses manifestations nucléaires, qui comportent selon les espèces une karyogamie ou le rapprochement dans le même œuf de deux noyaux dont la fusion est ajournée ou indéfiniment différée. Par ses prémisses, cette fécondation participe d'une gamétangie en ce que les anthéridies, qui n'individualisent pas leurs gamètes, copulent avec les oogones, d'une mérogamie, pour ce qui est de l'oogone qui individualise ses oosphères, d'une siphonogamie enfin, puisque le tube anthéridial vient déverser dans l'oosphère une masse cytoplasmique et un noyau qui ne constituent à aucun moment un gamète autonome.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contributions à l'étude cytologique et génétique de quelques* Agropyrum. Note de M. **Marc Simonet**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Quelques numérations chromosomiques ont déjà été faites chez les *Agropyrum* (chiendent) par Y. Stolze (1925), H. Peto (1929 et 1931) W. Avdulow (1931), A. Wakar (1935) montrant que les espèces de ce genre appartiennent à une série polyploïde, multiple de 7, avec les valeurs suivantes : $2n = 14$, 28, 35, 42, 56 et 70. Nous-même en 1934, avons signalé l'existence d'un hybride naturel interspécifique ($\times$ *A. acutum*), et précisé ses parentés par l'étude caryologique.

La présente Note a pour but de faire connaître le nombre de chromosomes de plusieurs espèces et hybrides d'*Agropyrum* récoltés par nous ou reçus du jardin botanique de Kew. Le résultat de nos recherches est le suivant : $2n = 14$, *A. elongatum* P. B., *A. cristatum* P. B.; $2n = 28$, *A. caninum* P. B., *A. junceum* P. B.; $2n = 35$, $\times$ *A. Duvalii* Rouy; $2n = 42$, *A. repens* P. B., *A. intermedium* P. B., *A. junceum* P. B. (s-spc. *mediterraneum* Nob.), *A. littorale* Dum., $\times$ *A. Duvalii* Rouy (var *mediterraneum* Nob.); $2n = 49$, $\times$ *A. Tallonii* Nob.; $2n = 56$, *A. campestre* G. G.; $2n = 70$, *A. elongatum* P. B. (*A. coespitosum* Koch).

Tout d'abord, nos observations confirment la série polyploïde établie antérieurement, ensuite elles font connaître, non seulement un nombre

nouveau ($2n = 49$) et celui de deux espèces nouvelles (*A. littorale* et *A. campestre*), mais encore, d'une part, la présence de nombres chromosomiques différents au sein d'une même espèce : $2n = 14$ et 70 chez *A. elongatum*, $2n = 28$ et 42 chez *A. junceum*, d'autre part, l'existence de trois hybrides naturels réalisés entre espèces à garnitures chromosomiques différentes.

Dans chacune des deux espèces, *A. elongatum* et *A. junceum*, au nombre de chromosomes le plus élevé ne correspond pas uniquement des formes « gigas », mais des types bien plus distincts comme nous l'ont montré les comparaisons faites entre notre matériel et les exsiccatas des herbiers du Muséum d'Histoire naturelle et de Mlle A. Camus.

Ainsi, sous le nom d'*A. elongatum*, on comprend généralement un groupe de plantes apparentées par leur végétation cespiteuse, mais présentant pourtant des différences, constantes, que révèle un examen minutieux. Les plantes diploïdes ($2n = 14$), récoltées en Camargue, appartiennent à l'*A. elongatum* type, tel que T. Host l'a défini, lequel habite bien les bords des marais saumâtres de la Méditerranée. Les décaploïdes ($2n = 70$), plus vigoureuses et plus élevées, habitent, au contraire, des régions non littorales de la Crimée, du Caucase, etc. Ces plantes, qui sont déjà différentes dans leur répartition géographique et écologique, sont encore distinctes morphologiquement : épillets pauciflores à entre-nœuds pubescents, étamines macranthères, glumes carrément tronquées et faiblement nervées, sont parmi les principaux caractères qui les séparent des types diploïdes. Aussi, si ces derniers se rapportent bien à *A. elongatum* (Host) P. B., les décaploïdes méritent-ils, à notre sens, un rang spécifique particulier. Dans la nomenclature, il existe un binôme : *A. cæspitosum* Koch, oublié des botanistes actuels, auquel nous pouvons le rattacher si l'on s'en rapporte à la Note de Hackel insérée par J. Briquet dans son *Prodrome de la Flore de Corse*.

Pour l'*A. junceum*, les plantes tétraploïdes ($2n = 28$) ont été récoltées à Dunkerque, Dinard et Châtelaillon, c'est-à-dire sur notre littoral occidental, alors que les hexaploïdes ($2n = 42$) proviennent de la Méditerranée (Camargue et Palavas). En dehors d'une végétation plus vigoureuse, le type méridionnal présente quelques caractères morphologiques différents : épis assez droits et irréguliers, épillets allongés, l'inférieur souvent pauciflore, du tiers aux deux tiers plus court que le premier entre-nœud, glumes lancéolées et rachéoles assez longues. Bien que distincts aux points de vue morphologique et répartition géographique, ces plantes ont gardé une même écologie : sables maritimes mobiles ; aussi ne ferons-nous pas de

la forme hexaploïde un type spécifique spécial, mais une sous-espèce que nous appellerons *mediterraneum* Nob. (*A. junceum* P. B. s-spc. *mediterraneum* M. Simonet) par suite de sa distribution géographique particulière.

Enfin nous signalons l'existence de trois hybrides naturels.

L'× *A. Duvalii* (*A. junceum* $n = 14$ × *A. littorale* $n = 21$), qui est pentaploïde ($2n = 35$), possède une garniture chromosomique qui confirme son origine hybride et les parentés données par H. Loret. Nous l'avons récolté en Charente-Inférieure, mais il existe aussi sur le littoral méditerranéen (Camargue et Palavas). Si cet *Agropyrum* est bien l'hybride supposé, la plante méridionale doit avoir une autre formule chromosomique puisque l'*A. junceum* du Midi est caryologiquement différent du type atlantique; et, fait intéressant, il en est bien ainsi : l'× *A. Duvalii* méditerranéen, au lieu d'être à $2n = 35$, est à $2n = 42$ (*A. junceum mediterraneum* $n = 21$ × *A. littorale* $n = 21$). Nous en ferons une variété particulière × *A. Duvalii* Rouy var. *mediterraneum* Nob.) parce que plus vigoureuse et plus élevée comme l'est d'ailleurs l'*A. junceum* méditerranéen.

L'× *A. Tallonii* Nob. (*A. repens* $n = 21$ × *A. campestre* $n = 28$), qui est heptaploïde ($2n = 49$), est un nouvel hybride pour la France; nous le dédions à M. Tallon avec qui nous l'avons trouvé à Trinquetaille, aux environs d'Arles-sur-Rhône.

Ces trois hybrides, qui sont morphologiquement intermédiaires entre les espèces au milieu desquelles ils ont été récoltés, ont encore un nombre de chromosomes diploïde qui précise les parentés données, puisqu'il correspond exactement, pour chacun d'eux, à la somme du nombre haploïde de ces espèces.

L'étude des chromosomes est donc susceptible d'aider le systématicien dans les cas complexes de la nomenclature, et aussi le biologiste en présence de plantes supposées hybrides pour lesquelles le véritable fait précis réside dans leur reproduction synthétique, d'après des parentés, souvent incertaines, comme nous le montrerons ultérieurement pour des hybrides intergénériques d'*Hordeum* et d'*Agropyrum* : × *Hordeopyrum Rouxii* (Gr. et Duv. J.) M. Simonet.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le métabolisme glucidique du* Sterigmatocystis nigra *est fonction de la source azotée du milieu de culture.* Note de MM. **Robert Bonnet** et **Raymond Jacquot**, présentée par M. Marin Molliard.

Nous avons montré [1] que, si l'on remplaçait le sulfate d'ammonium par le nitrate de potassium comme source azotée d'un milieu de culture glucosé (3 pour 100), il apparaissait au sein du liquide de l'acide oxalique, en quantité croissante au fur et à mesure du vieillissement des myceliums de *Sterigmatocystis nigra*. Dans la même Communication, nous signalions la présence constante d'acide citrique, qui dans les premiers temps du développement se décèle en quantité relativement forte, puis décroît régulièrement pendant la période où l'organisme l'utilise comme aliment, enfin réapparaît massivement lors de l'autolyse du mycélium. Nous nous sommes demandé si ces résultats, mis en évidence sur glucose, se retrouveraient avec un aliment ternaire quelconque. Ne pouvant publier ici toutes nos données, nous citons pour chaque expérience trois résultats se rapportant à des stades différents : mycélium très jeune formant un voile léger et mince, mycélium adulte en masse compacte, mycélium vieux très sporulé et en partie autolysé.

Comme on le voit, pour tous les corps utilisés, sauf le lactose avec lequel le développement s'avère très ralenti, c'est-à-dire anormal, l'emploi du nitrate comme source azotée entraîne obligatoirement la formation d'acide oxalique, alors qu'avec le sulfate d'ammonium il n'y a jamais trace de cet acide. Cette observation se confirme par d'autres expériences, dans lesquelles nous employons, soit le nitrate d'ammonium, soit un mélange de sulfate d'ammonium et de nitrate de potassium. Grâce à l'appareil de Parnas-Wagner, il est facile de suivre l'utilisation de l'ammoniaque. Lorsque la source ammoniacale est épuisée et que le champignon attaque le nitrate, on enregistre un double phénomène : apparition d'acide oxalique en quantité de plus en plus importante avec le temps et rejet dans le liquide ambiant de NH^3 métabolisé. Aucun de ces deux faits ne s'observe avec l'emploi d'un sel ammoniacal seul. La formation d'acide citrique obéis dans la majorité des cas au rythme que nous avons indiqué. Dans cet

---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1968. La bibliographie complète paraîtra dans un Mémoire ultérieur.

conditions nous avons pensé que la présence d'acide oxalique était conditionnée par la réduction obligatoire des nitrates. Il n'en est rien. Utilisant en effet, des corps azotés, tels que peptones et acides aminés (glycocolle, alanine, asparagine, acide aspartique) comme source alimentaire, nous avons constaté dans tous les cas la formation d'acide oxalique.

Expérience sur glycocolle à 2 pour 100.

Durée en jours.	Mycélium sec.	Acide citrique.	Acide oxalique.
	g	mg	mg
4	0,017	165	17,4
6	0,017	150	45
13	0,017	166	60
20	0,014	159	82

Ces résultats semblent d'autant plus intéressants que seule varie la teneur en acide oxalique; mycélium formé et acide citrique élaboré sont en revanche très constants. L'acide oxalique apparaît comme un sous-produit dû à des phénomènes secondaires de la croissance. Il peut ne pas se former. Par là même, contrairement à l'acide citrique, il ne constitue pas un stade obligatoire dans la formation du mycélium. Nos recherches actuelles se proposent de préciser les causes qui déterminent l'apparition de l'acide oxalique; nous ne pouvons aujourd'hui qu'indiquer le lien nécessaire unissant la production de ce corps à la nature de l'aliment azoté et son accumulation, laquelle traduit à nos yeux l'impossibilité de son emploi comme aliment ternaire.

	Source azotée : sulfate d'ammonium, 0g,106 N.			Source azotée : nitrate de potassium, 0g,106 N.		
Aliment offert.	Poids sec du mycélium.	Acide oxalique formé.	Acide citrique formé.	Poids sec du mycélium.	Acide oxalique formé.	Acide citrique formé.
	g	mg	mg	g	mg	mg
Acide gluconique	0,023	0	100,5	0,018	0	94,8
»	0,533	0	76,5	0,366	105,75	66,75
»	0,398	0	124,5	0,199	200,25	34,5
Xylose	0,0153	0	120,30	0,2378	0	95,70
»	0,5591	0	91,80	0,445	110,98	68,32
»	0,3585	0	154,20	0,2005	153,58	104,70
Arabinose	0,160	0	235,50	0,104	21,37	81,0
»	0,326	0	161,15	0,346	177,75	106,5
»	0,323	0	220,50	0,2079	208,51	130,8
Lévulose	0,027	0	193,65	0,018	0	18,37
»	0,4869	0	58,80	0,2654	92,48	92,17
»	0,3785	0	129,17	0,2479	146,85	110,55

Aliment offert.	Source azotée : sulfate d'ammonium, 0g,106 N. Poids sec du mycélium.	Acide oxalique formé.	Acide citrique formé.	Source azotée : nitrate de potassium, 0g,106 N. Poids sec du mycélium.	Acide oxalique formé.	Acide citrique formé.
	g	mg	mg	g	mg	mg
Galactose........	0,010	0	329,10	0,0025	0	238,35
»	0,1479	0	68,17	0,0384	22,42	9,82
»	0,503	0	102,45	0,2905	145,73	88,50
Saccharose	0,042	0	209,25	0,010	0	113,25
»	0,4890	0	64,80	0,2917	180,0	55,87
»	0,3982	0	165,20	0,197	175,22	121,7
Lactose	0,020	0	155,25	0,014	0	89,25
»	0,306	0	92,77	0,0228	0	65,25
»	0,3391	0	89,85	0,0247	0	90,37
Maltose	0,0147	0	94,57	0,0109	0	25,50
»	0,4805	0	98,55	0,4577	130,04	36,52
»	0,3760	0	120,30	0,1935	180,48	99,30
Inuline	0,028	0	168,75	0,030	0	153,0
»	0,2912	0	81,75	0,196	6,72	53,25
»	0,2075	0	191,77	0,0517	103,13	99,37

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le métabolisme du phosphore dans les feuilles de quelques plantes à feuillage persistant au cours du jaunissement.* Note de M. **Émile Michel-Durand**, présentée par M. Marin Molliard.

J'ai montré (¹) que, si les feuilles de Gui perdent au moment de leur chute une notable proportion du phosphore total contenu dans leurs tissus, certains composés phosphorés peuvent s'accumuler au contraire à ce stade de la végétation.

Mais, par son mode de végétation épiphyte et du fait que les feuilles tombent entièrement vertes, le Gui constitue un matériel tout particulier et il y avait lieu de se demander si le métabolisme du phosphore observé dans les feuilles de cette plante parasite se présente avec le même caractère dans le limbe des plantes ordinaires à feuillage persistant.

Or, exception faite pour les graines, les données de cette nature font à peu près complètement défaut.

(¹) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1653.

J'ai donc effectué une série d'analyses, d'une part, sur des feuilles vertes autres que les feuilles de l'année, d'autre part sur des feuilles jaunes détachées de la plante cueillies au même moment et appartenant aux espèces à feuillage persistant suivantes :

Lierre d'Algérie, Laurier-Cerise, Aucuba à feuilles vertes et panachées.

La chute des feuilles, corrélative de la poussée de printemps, s'étend de mai à septembre.

Les techniques utilisées ont été sommairement exposées dans la Note citée plus haut. Je rappelle cependant que la comparaison des feuilles de la même espèce est basée sur la méthode des surfaces égales.

Les analyses sont résumées dans le Tableau :

		Phosphore en milligrammes.						
	Poids frais.	Total soluble dans l'alcool.	Lipidique.	Total soluble dans les acides étendus.	Phytique.	Minéral.	Organique soluble.	Résiduel insoluble.
				Lierre d'Algérie.				
F. vertes	28g	1,68	0,92	4,50	traces	2,85	1,65	2,34
F. jaunes	27,5	0,40	traces	1,89	0	0,75	0,14	1,50
				Laurier-Cerise.				
F. vertes	17,50	2	1,20	3,66	1,93	1,35	0,38	2,20
F. jaunes	17	0,77	0,43	2,76	1,20	1,30	0,26	1,13
				Aucuba.				
F. vertes	11,5	1,75	0,87	1,98	0,30	1,12	0,56	1,68
F. jaunes	11	0,92	0,50	0,90	0	0,48	0,42	1,20
F. vertes panachées	10	1,46	0,70	2,52	0,30	1,87		1,60
F. jaunes panachées	10	0,92	0,50	1	0	0,52		1,20

De ces analyses on peut conclure que :

La présence de la phytine est constante dans les feuilles vertes analysées, mais en faible quantité, variable d'ailleurs avec les espèces : 0,011 pour 100 dans le Laurier-Cerise, 0,002 pour 100, des traces seulement dans le Lierre d'Algérie. Il est vrai qu'on se trouve ici en présence d'organes chlorophylliens dont l'activité physiologique se trouve considérablement affaiblie par rapport aux jeunes feuilles de printemps. Les phénomènes de migration qui précèdent la chute portent sur les différentes formes de phosphore ;

mais, exception faite du Laurier-Cerise, seul, le phosphore phytique, disparaît complètement du limbe des feuilles tombées. Ce résultat confime les conclusions d'Échevin (1) relative au phosphore lipidique de ces mêmes organes. En effet les extraits alcooliques et éthérés, obtenus au cours de ce recherches avec les feuilles tombées, présentent encore une légère teinte verte et donnent, à l'observation spectroscopique, les vrais caractéristiques du pigment chlorophyllien.

Une étude plus approfondie du phosphore résiduel devient nécessaire afin de déterminer la part qui revient au phosphore nucléique depuis l'évacuation des substances phosphorées insolubles et dont le départ est surtout accusé dans les feuilles de Laurier-Cerise.

Les feuilles persistantes considérées ne présentant pas l'accumulation de phosphore organique de nature indéterminée signalée dans les feuilles de Gui au moment de leur chute, confère aux feuilles de la plante épiphyte un intérêt tout particulier.

AGRONOMIE. — *Sur l'examen des blés et farines au moyen de l'extensimètre Chopin.* Note de MM. **P. Nottin** et **A. Daron**, présentée par M. Émile Schribaux.

L'examen des blés et farines au moyen de l'extensimètre Chopin est de plus en plus pratiqué, pour la sélection des blés, pour le contrôle en minoterie et même pour des transactions commerciales. L'article 13 de la loi du 10 juillet 1935 a prescrit l'indication des résultats extensimétriques à la cote des farines dans les bourses de commerce et marchés réglementés.

La méthode consiste à étudier les propriétés mécaniques d'une pâte, obtenue en ajoutant, à 350^g de farine, une quantité d'eau déduite, en fonction de l'humidité H de la farine, de la formule indiquée par le constructeur (2) :

$$\text{Eau à ajouter} = 175^{\text{cm}^3} + (15 - \text{H}) \times 3,5.$$

En appliquant cette formule, on constate que la pâte servant aux expériences, présente une humidité d'autant plus élevée que la farine utilisée est, elle-même, plus humide : c'est ce que montrent les trois premières

(1) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1254.

(2) *Mode d'emploi de l'extensimètre Chopin.* Brochure livrée avec l'extensimètre.

colonnes du tableau I. Les deux premières colonnes sont extraites d'un tableau livré avec l'extensimètre et indiquant l'eau à ajouter pour des humidités de farine variant de 9 à 18,5 pour 100. A moins d'admettre que de faibles variations du taux d'humidité de la pâte n'ont pas d'influence sur les résultats, pourquoi appliquer la formule précédente ?

La logique commande de comparer des pâtes renfermant toute la même quantité d'eau pour 100 de pâte, c'est-à-dire ayant le même degré d'humidité totale, comme l'indiquait d'ailleurs M. Chopin en 1921 (1). En prenant pour base l'humidité d'une pâte obtenue, suivant les données de M. Chopin, par mélange de 175^{cm^3} d'eau à 350^{gr} de farine ayant 15 pour 100 d'humidité (soit 43,33 pour 100 d'eau dans la pâte), nous avons calculé les valeurs de la quatrième colonne du tableau I, au moyen de la formule que nous proposons :

$$\text{Eau à ajouter} = \frac{15\,166{,}666 - 350\,\text{H}}{56{,}666}.$$

TABLEAU I.

Humidité de la farine.	Eau à ajouter d'après Chopin.	Humidité de la pâte obtenue.	Eau à ajouter pour avoir une pâte à 43,33 pour 100 d'eau.	Différence des colonnes 2-4.
%	cm³	%	cm³	cm³
5........	206,5	40,8	230,6	— 24,1
10........	192,5	41,9	205,9	— 13,4
13........	182,0	42,7	187,3	— 5,3
14........	178,5	43,0	181,2	— 2,7
15........	175,0	43,3	175,0	0
16........	171,5	43,6	168,8	+ 2,7

Nous avons voulu constater l'influence de ces écarts d'humidité sur les résultats extensimétriques. A cet effet, une même farine a reçu des quantités d'eau variables. Nous ne citerons qu'un exemple, confirmé par d'autres essais concordants sur blés tendres et sur blés durs.

La comparaison des Tableaux I et II fait ressortir l'influence de petites différences d'humidité. Supposons, par exemple, que l'on essaie, conformément aux instructions de M. Chopin, la farine du Tableau II à deux états d'humidité, 11,35 et 16,94 pour 100, les pâtes obtenues auront respectivement les humidités de 42,3 et 43,9 pour 100. D'après le

(1) M. CHOPIN, *Bull. Soc. Encouragement p. Industrie nationale*, 133, 1921, p. 261.

Tableau II, nous constatons que les tenacités P seront dans le rapport de 108 à 51 et les W dans le rapport de 212 à 143.

TABLEAU II.

Eau ajoutée.	Différence avec l'eau calculée d'après Chopin.	Humidité de la pâte.	P.	G.	W.
cm³	cm³	%			
153,4	−20	41,2	143	17	276
163,4	−10	42,3	108	17	212
168,4	− 5	42,9	81	19	179
173,4	0	43,4	68	19	175
178,4	+ 5	43,9	51	21	143
188,4	+10	44,5	48	20	134
193,4	+15	45,0	42	20	117

Nous concluons de ce qui précède qu'il faut désormais opérer sur des pâtes renfermant le même taux d'humidité. L'erreur systématique que nous mettons en évidence, peut expliquer les différences, signalées si souvent, des résultats obtenus par divers laboratoires; il suffit que l'humidité des échantillons ait varié. Ajoutons que, du fait de cette erreur, les blés ne sont pas placés sur un pied d'égalité : les blés très secs, les blés étrangers par conséquent, se trouvent favorisés, tandis que des blés plus ou moins humides, comme bon nombre de blés français, sont désavantagés. Tous les jugements portés sur la valeur respective des blés d'après l'extensimètre doivent donc être revisés.

CYTOLOGIE. — *Sur la recherche de la vitamine* A *dans les globules rouges du sang des Vertébrés*. Note de M. **Philippe Joyet-Lavergne**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

La recherche de la vitamine A dans le sang des Vertébrés a été l'objet de divers travaux. Ahmad, Moore, Busson ont obtenu des résultats négatifs. D'autres auteurs ont apporté des résultats positifs : Euler, Karrer et leurs collaborateurs, puis Van Eekelen, enfin Menken ont fixé la teneur du sérum de diverses espèces en unités bleues. Ces savants ont constaté que les globules rouges sont dépourvus de vitamine A. Récemment Chevallier et ses collaborateurs, étudiant le sang total, ont montré l'existence d'une quantité de vitamine A faible, mais constante chez l'animal à jeun. De ces divers résultats se dégage la conclusion suivante : la teneur du sang en

vitamine A est faible et cette substance semble localisée au sérum; aucun auteur n'ayant signalé la présence dans les globules ni de la vitamine A proprement dite ni du carotène.

Nous avons abordé le problème par la méthode cytologique en limitant les recherches aux globules rouges. Le terme vitamine A est pris dans le sens général que nous lui avons attribué dans nos publications précédentes.

Dans une première série de recherches, l'examen des globules rouges de diverses espèces : Oiseaux, Reptiles, Batraciens, Poissons avait donné les résultats suivants. Une durée d'action du trichlorure d'antimoine capable de faire ressortir nettement la présence de la vitamine A dans les cellules du foie, du muscle cardiaque, des glandes génitales ne décelait, en général, aucune trace de cette vitamine dans les globules rouges de l'espèce étudiée. Ces globules étaient, cependant, placés dans des conditions expérimentales semblables à celles des tissus examinés. Le résultat de cette première série de recherches cytologiques se trouvait ainsi en accord avec les conclusions obtenues par les méthodes d'analyses globales dont nous avons parlé plus haut. Toutefois, nous avons constaté que ce résultat représentait seulement une première approximation, parce que dans diverses préparations de globules rouges de Poissons, Batraciens et Oiseaux, certains globules présentaient des traces de vitamine A. L'absence de vitamine A dans les globules rouges n'est donc pas une règle absolue et la question mérite une étude plus approfondie. Pour faire cette étude, nous avons choisi comme matériel le sang de la Raie.

Dans une préparation du sang de Raie, on peut, par l'action du trichlorure d'antimoine, distinguer trois catégories de globules rouges :

Première catégorie. — La plus nombreuse : les globules présentent dans le cytoplasme quelques fines baguettes bleues à proximité du noyau et quelques rares granules ou courtes baguettes bleues dans le reste du cytoplasme.

Deuxième catégorie. — Les globules ont un cytoplasme plus riche en fines baguettes bleues et en granules que ceux de la catégorie précédente.

Troisième catégorie. — Les globules sont dépourvus de vitamine A.

Conclusion. — Les globules rouges du sang de la Raie peuvent contenir de la vitamine A. Cette vitamine, dans le cytoplasme, se trouve localisée sur certains éléments figurés.

Pour élucider la signification de ces éléments figurés, nous avons fait l'étude du chondriome des globules rouges. Dans une préparation, beaucoup de globules donnent des images du chondriome semblables à celles

que donne le trichlorure dans la première catégorie, mais on trouve également des globules dont le chondriome réalise des images semblables à celles données par la deuxième catégorie et enfin d'autres qui sont dépourvus de chondriome, ils correspondent à la troisième catégorie. Le parallélisme des deux sortes d'images, celles données par la mise en évidence de la vitamine A, d'une part, et celles données par une méthode mitochondriale, d'autre part, ne se trouve rigoureusement réalisé, quant aux proportions des diverses catégories de globules, que si l'on prend la précaution suivante : dans une expérience, il faut diviser le sang à étudier en deux parties, l'une destinée à la recherche de la vitamine, l'autre destinée à la mise en évidence du chondriome. La similitude des images obtenues permet alors de conclure que la vitamine A des globules rouges est, dans le cytoplasme, située sur le chondriome.

La confirmation de la généralité de la proposition formulée précédemment : « la vitamine A est un constituant essentiel du chondriome » ([1]) prend ici une valeur particulière par suite de la haute spécialisation du type cellulaire étudié.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Détermination des pressions sur les ailes d'un Pigeon pendant l'envol, le vol horizontal et l'atterrissage.* Note de MM. **Antoine Magnan** et **Henry Girerd**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

Le dispositif expérimental utilisé à cet effet a déjà été décrit ([2]) ainsi que le système de tubes de caoutchouc qui permet à l'oiseau de voler sur une distance suffisante. Quand le pigeon a tendu complètement les tubes de caoutchouc, il essaye de se sustenter quelques instants au point fixe, puis il tombe et atterrit.

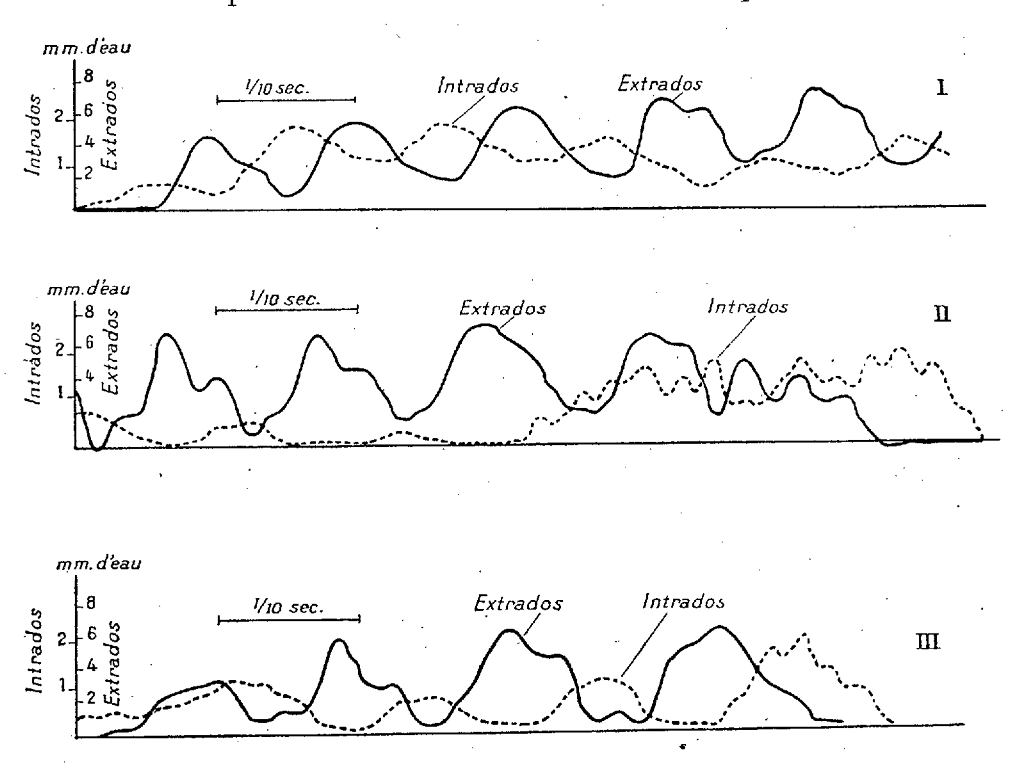
Les pressions dont les variations sont reproduites sur les diagrammes ci-après sont prises à 15^{mm} du bord d'attaque et à 20^{mm} de l'articulation de la main sur l'avant-bras.

Le manomètre d'extrados donne une déviation du spot de $3^{mm},5$ par millimètre d'eau, et celui d'intrados une déviation de 10^{mm} par millimètre d'eau.

([1]) Ph. Joyet-Lavergne, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 1339.

([2]) A. Magnan et H. Girerd, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1145.

Le début du diagramme I est relatif à l'envol du pigeon, qui, alourdi par les brassards et les tubes de caoutchouc, court au sol avant de décoller. On constate que la dépression d'intrados est très importante, atteignant le tiers de la dépression d'extrados. Par contre, la dépression d'extrados



ne présente qu'un seul maximum par battement, contrairement à ce qui se passe dans le vol normal.

En effet dans le vol normal (début du diagramme II) on constate la diminution de la dépression d'intrados et l'apparition de deux maxima dans la courbe d'extrados, comme nous l'avons montré (*loc. cit.*), alors qu'au moment où le pigeon est arrêté dans son vol par les caoutchoucs, la dépression d'intrados reprend une valeur analogue à celle du décollage.

Enfin, au moment de l'atterrissage (diagramme III), on voit apparaître à nouveau les deux maxima de la dépression d'extrados et une valeur importante de la dépression d'intrados. Ces enregistrements peuvent se rapprocher des altitudes diverses de l'aile du pigeon mises en évidence par la cinématographie à grande vitesse. Au décollage, dans le vol au point fixe et à l'atterrissage, c'est-à-dire tant que l'oiseau a une très faible

vitesse de déplacement, l'aile présente des attitudes telles que l'une des deux faces de l'aile peut être alternativement considérée comme extrados ou comme intrados, dans le mouvement relatif. Il nous paraît que c'est la différence de courbure des deux faces qui permet d'expliquer la différence entre les deux dépressions enregistrées pendant ces modes de vol.

Dans le vol normal au contraire, la face dorsale reste presque constamment extrados et la face ventrale intrados et il semble que la dépression sur la face ventrale ne joue plus qu'un rôle négligeable devant la dépression de la face dorsale.

Enfin, dans le vol normal, les deux maxima de dépression enregistrés semblent pouvoir se rapprocher de la remarque faite par Marey, Huguenard et Magnan qui, utilisant une sorte d'accéléromètre porté par l'oiseau, avaient constaté que durant ce vol il y a deux maxima de la courbe obtenue par battement.

Comme ces expériences ne nous ont pas encore permis d'étudier la répartition des pressions tout le long de l'envergure, il n'est pas possible de rechercher les coefficients de sustentation; on peut toutefois remarquer que le pigeon étudié pesait 320^{g} et avait une surface totale de 500^{cm^2} et que pour assurer sa sustentation il faudrait que la dépression moyenne sur l'extrados soit de $6^{mm},4$ d'eau; or, si les dépressions maxima trouvées sont de l'ordre de 7^{mm} d'eau, la dépression moyenne au point considéré est seulement de $3^{mm},2$ d'eau.

Ces considérations montrent l'intérêt de l'étude de la répartition des pressions sur toute la surface de l'aile, étude qui jusqu'à présent n'a pu être faite.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Une preuve expérimentale du rôle du* déterminant germinal *chez la Grenouille rousse*. Note de M. **Louis Bounoure**.

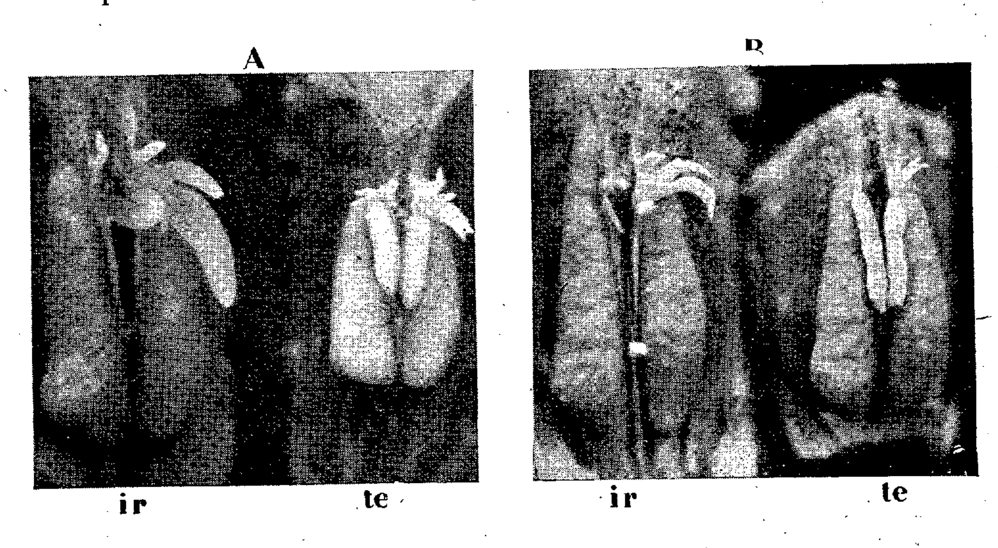
L'œuf fécondé de la Grenouille [1], encore indivis, renferme à son pôle inférieur une substance cytoplasmique spéciale, destinée à passer, au cours de la segmentation, dans certaines cellules qui deviendront *de ce fait* cellules mères de la lignée reproductrice; cette substance est donc un *déterminant*

---

[1] *Annales Sc. nat., Zool.*, 10e sér., **17**, 1934, p. 67-248.

germinal, au sens qu'a défini Hegner dans ses travaux sur les Insectes. Si ce rôle est réel, si la calotte polaire de cytoplasme spécial que nous avons découverte dans l'œuf de la Grenouille tient sous sa dépendance l'existence même de la lignée reproductrice, la destruction plus ou moins parfaite de ce cytoplasme dans l'œuf lui-même devra entraîner l'absence plus ou moins complète des cellules germinales dans l'animal développé.

Entreprise tout d'abord à l'aide de moyens relativement grossiers, piqûre, cautéri-



sation, ponction à la pipette, etc., l'expérience s'est avérée d'une réalisation difficile et ne nous a donné que des résultats partiels, toujours discutables. Nous avons alors utilisé les rayons ultraviolets, comme l'avait fait Geigy (1931), pour détruire le déterminant germinal dans l'œuf de la Drosophile. Cette destruction, dans l'œuf de la Grenouille, peut être obtenue d'une façon très simple au moyen d'une lampe de quartz projetant ses rayons de bas en haut.

Les œufs, encore indivis et débarrassés aussi complètement que possible de leur gangue mucilagineuse, sont placés dans un récipient de quartz transparent, sous une faible couche d'eau; le pôle germinal, sous l'action de la gravité, s'oriente exactement vers le bas, tombe au contact même du fond de quartz et se trouve ainsi naturellement placé pour recevoir l'irradiation. On laisse ensuite les œufs irradiés se développer dans des conditions normales. Nos animaux ont été nourris jusqu'à la métamorphose et sacrifiés à l'état de jeunes Grenouilles pour l'étude de leurs glandes génitales.

Lorsqu'on a trouvé par tâtonnement la dose de rayons efficace, celle qui détruit le déterminant germinal sans compromettre en rien le développement normal du soma, les résultats sont très constants : comme le montrent les deux exemples A et B ici reproduits, chez les animaux issus d'œufs

irradiés (tr), les glandes génitales, visibles au bord interne des reins, sont toujours considérablement réduites par rapport à celles des animaux témoins (te) provenant de la même ponte. Il en était ainsi chez tous les sujets d'expérience (plus d'une centaine) que nous avons disséqués. L'étude histologique, bornons-nous à le signaler ici brièvement, révèle que dans ces organes atrophiques, mais toujours présents, la déficience porte uniquement sur les éléments germinaux, non sur les constituants somatiques qui persistent et forment une gonade très grêle presque ou complètement stérile.

Un tel résultat appelle les remarques suivantes :

1° Le cytoplasme polaire spécial que nous avons décrit dans l'œuf de la Grenouille joue bien le rôle de *déterminant germinal;* sa destruction plus ou moins radicale par les rayons ultraviolets entraîne l'absence plus ou moins complète du germen chez l'animal déjà métamorphosé.

2° La sensibilité du déterminant germinal à l'égard des radiations ultraviolettes est identique chez l'Insecte (Geigy) et chez la Grenouille et permet, chez l'un comme chez l'autre, de dissocier exactement le germen du soma. Ainsi mis en lumière chez des animaux fort éloignés dans l'échelle zoologique, ce fait révèle l'identité du mécanisme que représente, ici et là, le déterminant germinal et permet d'y voir une loi générale.

3° L'organisme en développement est privé de tout pouvoir de régulation à l'égard de la lignée germinale, alors que ce pouvoir s'exerce, jusqu'à un stade plus ou moins avancé, pour les formations somatiques, par flexion de la destinée présomptive des autres matériaux du soma : après castration réalisée, chez la Grenouille, dans l'œuf même, il n'y a point de restauration de la lignée reproductrice jusque chez l'animal métamorphosé. Ainsi se manifestent entre les deux parties constitutives de l'organisme, au cours de la vie embryonnaire, une différence essentielle et une séparation radicale que notre expérience met directement en lumière.

IMMUNOLOGIE. — *Préséance et prémunition au cours du typhus exanthématique et au cours de l'infection inapparente par virus bilié.* Note de MM. **Georges Blanc**, **M. Noury** et **M. Baltazard**, présentée par M. Félix Mesnil.

Ed. Sergent et L. Parrot [1] appellent *préséance* le fait qu'un germe infectieux empêche, par sa présence dans l'organisme, toute agression nouvelle par un virus de même espèce. Cette préséance peut se produire même lorsque la présence du germe n'est signalée par aucune réaction de l'organisme.

Au cours des expériences que nous avons faites dans le but de vacciner l'homme contre le typhus exanthématique, nous avons constaté que le phénomène de préséance s'observe au cours de l'infection fébrile. Quelle que soit l'intensité de la réaction, elle n'est en rien modifiée lorsque le malade est inoculé avec une dose, même très forte, de virus de même espèce (typhus murin).

Nous avons recherché si la même préséance se manifestait chez les sujets vaccinés avec le virus bilié vivant lorsqu'ils n'avaient fait aucune réaction fébrile. Dans une première série d'expériences, nous l'avons constatée chez des sujets vaccinés avec de très fortes doses de vaccin bilié. Neuf d'entre eux furent éprouvés par inoculation de virus pur, l'un 12 jours, trois autres 17 jours et enfin 5, 20 jours après la vaccination. Aucun d'eux n'a réagi à l'inoculation virulente. De nombreuses expériences, postérieures à ces premières, nous ont appris que le virus vaccin persiste de 25 à 30 jours dans l'organisme des vaccinés. Les réinoculations ont donc été faites au moment où les vaccinés avaient une infection inapparente.

Cherchant à améliorer notre méthode de vaccination, nous avons été amenés à réduire considérablement la dose vaccinante pour diminuer le nombre des réactions. Alors que, dans les expériences de début, la vaccination était pratiquée avec le cinquantième ou même le vingtième ou le dixième du virus total obtenu d'un cobaye en pleine réaction typhique, cette même vaccination a été faite avec le millième du virus total lorsque nous l'avons appliquée à une collectivité importante. L'expérience et l'ob-

(1) Ed. Sergent et L. Parrot, *Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie*, 13, 1935, p. 285.

servation épidémiologique nous ont montré que cette vaccination à faible dose immunisait. La seule observation épidémiologique tendait à prouver qu'il y avait aussi prémunition; c'est ainsi qu'à Fersiou, sur une population de 850 vaccinés, le typhus disparaissait immédiatement après la vaccination et qu'à Petitjean, sur 8500 vaccinés, on constatait l'arrêt complet de l'épidémie moins de trois semaines après la vaccination. Il nous a paru nécessaire de vérifier expérimentalement ces faits de préséance et de prémunition en utilisant des doses encore plus faibles de virus vaccin. Nous avons préparé un vaccin avec une dilution de virus à 1 pour 2000 bilié au vingtième. Quinze personnes adultes, dont trois européens et six marocains, ont été ainsi vaccinés. Aucun n'a fait la moindre réaction fébrile. Cinq d'entre eux ont été réservés pour vérifier s'il n'y aurait pas de réaction fébrile tardive et si la faible dose de vaccin était suffisante pour immuniser. Les dix autres ont été réinoculés sept jours après la première vaccination, cette fois avec du virus pur, en même temps que cinq sujets témoins soumis à la pyrétothérapie. Les témoins réagirent. Des vaccinés, six ne réagirent pas, quatre firent une réaction fébrile. Quarante jours après la première vaccination, tous les vaccinés, y compris les cinq n'ayant reçu qu'une inoculation, furent éprouvés avec du virus pur. Seul un des sujets (européen) sur les cinq qui n'avaient reçu que le vaccin au deux-millième fit une réaction fébrile. Cette expérience nous montre qu'une dose de vaccin même légèrement insuffisante, puisque seulement quatre vaccinés sur cinq ont eu l'immunité, peut cependant et même très rapidement (sept jours) donner une prémunition marquée. Il est probable qu'une telle prémunition serait suffisante pour empêcher toute réaction consécutive à l'inoculation d'un vaccin plus fort, faite de huit à quinze jours après la première vaccination. Des expériences témoins, faites avec du vaccin phéniqué, nous ont montré que le vaccin tué ne conférait aucune protection contre une infection virulente quelle que soit la date à laquelle cette inoculation était faite.

Conclusion. — 1° Dans l'infection typhique, il existe ce que Ed. Sergent et L. Parrot appellent la préséance. Cette préséance se retrouve chez les vaccinés par virus bilié, même s'ils n'ont pas réagi à la vaccination. Cette préséance entraîne la prémunition.

2° Le phénomène de prémunition, constaté chez les vaccinés, assure une action efficace et presque immédiate de protection contre la maladie.

3° Grâce à ce phénomène de prémunition, on peut espérer réaliser en deux temps une vaccination efficace sans provoquer de réaction.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Prévention physiologique de l'avortement épizootique des bovidés.* Note (¹) de M. **Raymond Moussu**, présentée par M. Gustave Moussu.

L'avortement épizootique des bovidés, affection qui occupe en Europe la première place en pathologie animale, est considéré comme une infection générale des mères par *Br. abortus*, dont on a fait un agent spécifique à action primitive.

A cette conception s'opposent deux ordres de faits :

1° certains avortements en série, cliniquement identiques à l'avortement épizootique, sont provoqués par des agents différents : vibrions, moisissures, bacilles variés, etc. ; l'avortement épizootique, *un* au point de vue clinique, a été démembré par la bactériologie;

2° dans de très nombreux cas *Br. abortus* est impuissante à elle seule à déterminer l'avortement et il est courant d'observer des gestations parfaitement normales sur des vaches dont l'infection est révélée par l'agglutination, l'excrétion bacillaire par le lait, l'hémoculture.

Ces faits conduisent à penser que le rôle de l'infection dans la genèse de l'avortement n'est pas primitif et que les agents variés, parmi lesquels *Br. abortus* occupe le premier rang, n'agissent qu'à la faveur d'une cause dont le rôle et la nature sont jusqu'ici restés méconnus.

Certaines lésions locales : contusion, inflammation (maux de garrot, de nuque, bursites) permettent, chez des organismes infectés, la fixation et la prolifération *in situ* de *Br. abortus*. C'est la modification tissulaire primitive et la résistance amoindrie qui en est la conséquence, qui permettent ces localisations microbiennes.

Nous avons pensé qu'il en était de même dans l'avortement épizootique et nous avons cherché, en reprenant l'opinion soutenue par M. Gustave Moussu, pour qui l'avortement n'est pas une maladie générale des mères mais une affection du fœtus, la cause de la moindre résistance fœtale qui est à l'origine de l'infection secondaire.

Les recherches d'Evans sur la physiologie fœtale montrent qu'un principe, vitamine ou facteur E, est indispensable à l'évolution normale de l'œuf; et la stérilité si fréquente au cours de l'infection abortive présente

(¹) Séance du 2 décembre 1935.

plus qu'une analogie avec les accidents observés sur les femelles de rats privées de facteur E.

Carence en facteur E : totale, partielle ou précarence, avec modification et moindre résistance des tissus fœtaux permettant l'infection secondaire par *Br. abortus* ou par des agents variés, telle est la conception que nous nous sommes faite de la pathogénie de l'avortement épizootique des bovidés.

La démonstration n'en pouvait être qu'indirecte. Si la carence en facteur E est la cause primitive déterminante de l'avortement épizootique, sans laquelle l'infection, cause occasionnelle, ne saurait agir, il suffira pour prévenir l'avortement de supprimer la carence.

Des essais commencés en 1931, poursuivis jusqu'à ce jour et qui portent actuellement sur près de 7000 vaches, nous ont montré qu'en pratiquant au cours de la gestation trois injections sous-cutanées de 30 à 40$^{cm^3}$ d'huile de germes de graminées,

la première au moment de la fécondation,
la deuxième à la fin du troisième mois de gestation,
la troisième à la fin du sixième mois de gestation,

il est possible de supprimer pratiquement l'avortement, dont le taux moyen ne dépasse plus 2 pour 100. La méthode est exclusivement préventive, la première injection doit se situer au voisinage immédiat de la fécondation; appliquée tardivement sur des vaches au troisième et quatrième mois de gestation, elle s'est montrée impuissante à faire régresser des lésions qui pouvaient être déjà fort étendues.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Les protides sériques dans le cancer.* Note de M. **Wladislas Kopaczewski**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

En 1905, Wolff a constaté une augmentation du taux des globulines sériques au cours du processus de néoformation; cette constatation fut confirmée par Cramer, Pringle, Chisolm (1910), Rohrer (1916), Loebner (1918), Robin (1919) et autres. Filinski (1922), en appliquant les méthodes modernes au dosage des protides sériques, arrive à la conclusion que les globulines sont accumulées dans les cas de cancer compliqués des lésions hépatiques; dans les autres cas, le quotient albumines/globulines reste normal. Achard et Codounis (1928) ont noté également des exceptions, en

dosant les protides dans 22 cas de néoformations variées; les auteurs soulignent, de plus, que dans les cancers du cerveau (16 cas étudiés) le taux des globulines reste sans changement. Wallich (1930) ne trouve aucune différence entre les sérums normaux et cancéreux, en ce qui concerne la richesse en globulines, même lorsqu'il s'agissait des tumeurs du foie. Les récentes recherches de Ducoing et de ses collaborateurs (1933) démontrèrent que l'accentuation du taux des globulines sériques (87 cas de cancer) apparaît seulement dans 57 pour 100 environ, aussi bien dans les tumeurs viscérales que cutanées ou cérébrales. Par contre, Goldfeder signale récemment (1934) que les globulines, ainsi que le fibrogène, subissent dans le cancer une augmentation régulière. L'accumulation du fibrinogène dans le plasma sanguin au cours des néoformations est retrouvée, tout dernièrement (1935), par Loicq. On voit, par conséquent, que les avis diffèrent.

Taux des protides sériques dans le cancer.

États.	Indice de gélification.	Protides totaux.	Globulines.	Myxo-protéines.	Albumines.	Quotient albumines globulines et myxo-protéines réunies.
Cancer.........	2,0	7,33	1,00	3,59	2,74	0,60
»	»	4,16	1,00	1,85	1,31	0,46
»	3,0	4,76	1,51	2,59	0,66	0,16
»	»	6,75	4,16		2,60	0,63
»	»	5,54	1,14	2,26	2,14	0,63
»	4,0	7,42	2,25	4,17	1,00	0,15
»	»	7,19	1,38	2,00	3,81	1,10
»	6,0	5,95	1,15	2,05	2,75	0,86
»	»	6,03	1,25	3,30	1,48	0,33
»	»	5,62	1,42	3,00	1,20	0,27
»	»	6,54	1,04	2,77	2,73	2,72
»	»	6,45	1,35	2,04	3,06	0,90
»	7,0	7,38	1,15	2,23	4,00	1,18
»	8,0	7,25	1,48	3,78	2,00	0,61
»	40,0	7,61	2,38	3,10	2,13	0,38
»	»	5,42	1,22	2,28	1,92	0,55
Divers :						
Simulation	1,0	6,19	0,84	2,08	3,26	1,12
Épilepsie.......	1,0	6,15	1,00	2,26	2,89	0,89
Dyspepsie	1,0	4,58	0,47	1,43	2,68	1,41
Moyens normaux (Piettre)	»	7,95	2,25	1,00	4,70	1,45

Nous avons repris l'étude de cette question, en collaboration avec M. Piettre qui s'est chargé de la séparation et du dosage des diverses fractions des protides sériques par sa méthode à l'acétone (1). Voir les résultats obtenus dans le tableau ci-contre :

De l'ensemble de ces chiffres se dégagent les conclusions suivantes :

1° Dans le cancer, le taux des globulines et des albumines sériques diminuent.

2° Cette diminution s'opère au profit de la fraction intermédiaire des protides sériques, des myxoprotéines; en effet, l'accentuation de leur taux dépasse fréquemment 100 pour 100.

3° En considérant les myxoprotéines et les globulines comme des colloïdes hydrophobes, on peut dire que le processus de néoformation s'accompagne d'une accumulation des colloïdes hydrophobes au détriment des colloïdes sydrophiles, c'est-à-dire des albumines.

4° Si l'on compare les sérums provenant des individus néoplasiques, en ce qui concerne leur richesse en diverses fractions protidiques, et même l'ensemble des protides hydrophobes, avec la rapidité de la lactogélification du sérum dont ils proviennent, on constate entre les deux phénomènes l'existence d'un parallélisme qualitatif.

5° Il semble donc que non seulement la teneur en colloïdes hydrophobes, mais aussi l'état physique de ces colloïdes protidiques intervient dans l'accélération de la lactogélification des sérums cancéreux.

Nous avons déjà émis cette conclusion dans notre travail concernant la lactogélification du sérum syphilitique : en effet, malgré l'accumulation des globulines au cours de cet état pathologique, accumulation signalée par de nombreux auteurs, la lactogélification du sérum ne subit, dans ces cas, aucune modification notable (2).

La séance est levée à $15^h 20^m$.

A. Lx.

---

(1) M. Piettre et Vila, *Comptes rendus*, **170**, 1920, p. 1446, et **171**, 1920, p. 372.

(2) W. Kopaczewski, *Soc. de Biol.*, **116**, 1934, p. 952.

ERRATA.

(Séance du 25 novembre 1935.)

Note de MM. *A. Guillaume* et *G. Tanret*, Sur l'hydrolyse des glucosides par les rayons ultraviolets :

Page 1058, ligne 3 à partir du bas, *au lieu de* 1800-3100 Å, *lire* 2200-3100 Å.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

En ouvrant la séance, M. **Pierre-Augustin Dangeard** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

Chaque semaine, notre Compagnie enregistre dans ses *Comptes rendus* les découvertes dues à l'activité de ses Membres et de nombreux autres savants.

En considérant les résultats obtenus et les applications souvent merveilleuses qui en proviennent, elle éprouve une légitime fierté et une grande satisfaction, en particulier quand il s'agit de ces méthodes nouvelles destinées à juguler des épidémies redoutables, à guérir de graves maladies, à soulager la souffrance.

Le souvenir du Dr Roux et du Dr Calmette, continuateurs de l'œuvre de Pasteur, est encore si près de nous et si vivant dans notre esprit, que je n'aurais pas songé à rappeler ces grands noms si nous n'étions heureux de saisir cette occasion de rendre un nouvel hommage et un souvenir reconnaissant à leur mémoire; il n'existe pas, en effet, beaucoup de foyers où leurs découvertes n'aient préservé une vie et sauvé une famille du désespoir.

La présente année nous a apporté comme ses devancières son cortège de deuils et de tristesses. Parmi nos Confrères, nous avons à déplorer la perte de quatre Membres : M. Louis Joubin, mort à Paris le 24 avril; M. Charles Flahault, mort à Montpellier le 3 février ; M. Charles Richet, mort à Paris le 3 décembre; M. Victor Grignard, mort à Lyon, le 12 décembre.

Le professeur Louis Joubin eut l'heureuse fortune d'être attaché tout jeune, comme préparateur, au service de Lacaze-Duthiers, qui venait de créer les deux laboratoires maritimes de Roscoff et de Banyuls; c'est dans

ces laboratoires que celui qui devait à son tour illustrer la science zoologique française prit le goût de la biologie marine et de l'océanographie, qui tiennent une si grande place dans sa carrière scientifique.

Nommé professeur de zoologie à la Faculté des Sciences de Rennes, la confiance de ses collègues l'appela bientôt aux fonctions de Doyen qu'il exerça avec une grande autorité; il se montra administrateur zélé et clairvoyant, sachant reconnaître les aptitudes de chacun et découvrir leurs mérites. Nous pourrions citer tel de nos Correspondants qui lui doit d'avoir pu poursuivre ses remarquables expériences dans les meilleures conditions de succès.

La chaire de Malacologie du Muséum d'Histoire naturelle étant devenue vacante, il en devint titulaire : il ne quitta pas sans regret cette ville de Rennes où il comptait tant de solides amitiés, et sa belle Faculté des Sciences à laquelle il avait rendu de si nombreux services. On ne l'oublia pas et, jusqu'à ces derniers temps, il entretint d'affectueuses relations avec ses anciens collègues et ceux dont il avait favorisé les débuts.

Parmi les nombreux travaux de Louis Joubin, les plus connus sont ceux qu'il a consacrés aux Céphalopodes et qui montrent le caractère singulier de la faune abyssale. C'est au cours des croisières du prince Albert Ier de Monaco qu'il a découvert chez les représentants de ce groupe, qui habitent les grandes profondeurs, des organes lumineux constitués par des cellules photogènes, des lentilles, des réflecteurs; ces organes permettent aux animaux qui les possèdent de modifier l'intensité et la couleur de ces sortes de phares et de les éteindre au besoin.

Pendant ses voyages d'exploration le long de nos côtes, Louis Joubin se livre à des observations qui, sans perdre leur caractère scientifique, ont un but pratique : il cherche à découvrir les conditions d'existence des animaux marins, s'attachant surtout à l'étude de ceux qui servent à l'alimentation de l'homme.

L'intérêt immédiat de ces travaux devait attirer l'attention de nos armateurs et de nos industriels : grâce à leur concours, il organise l'*Office scientifique et technique des pêches*, qu'il a dirigé jusque dans ces dernières années avec un dévouement et une compétence au-dessus de tout éloge.

On connaît d'autre part le rôle actif de Louis Joubin dans la fondation de l'Institut océanographique de Paris, dû aux larges vues du prince de Monaco : il en devint l'un des conférenciers les plus appréciés du public éclairé qui se presse dans cet établissement pour y entendre la parole de nos plus grands savants.

Je m'en voudrais de passer sous silence les fonctions de Secrétaire général qu'il occupait à la caisse de secours de la Société des Amis des Sciences dont notre éminent Secrétaire perpétuel, M. Émile Picard, est le Président. On ne peut que s'incliner respectueusement devant ces hommes qui, arrivés comme Louis Joubin au faîte des honneurs, s'emploient de leur mieux à soulager discrètement et efficacement les misères humaines.

La mort de notre éminent Confrère, le professeur Charles Richet, survenue le 3 décembre dernier à Paris, nous a tous péniblement surpris. Bien qu'il eût atteint un âge avancé, rien ne laissait prévoir une fin aussi proche; jusqu'au dernier moment, il a continué de se passionner pour toutes les causes qui lui paraissaient justes et pour toutes les idées généreuses; il les défendait avec une éloquence persuasive, un charme particulier et une autorité sans égale.

Charles Richet n'a pas connu les débuts difficiles et l'incertitude du lendemain : fils d'un grand chirurgien de Paris, il a vécu dans un milieu où la science était en honneur; il a choisi sa voie en toute liberté. Entouré dans son laboratoire d'un cercle d'amis et de savants collaborateurs, il a pu donner dans une atmosphère favorable un libre essor à ses dons naturels, à sa belle intelligence et à ses facultés admirables d'observation.

De l'ensemble de ses nombreux travaux, nous ne retiendrons ici que trois faits essentiels.

L'un est l'explication du mécanisme de la régulation thermique chez les animaux dépourvus de respiration cutanée.

Mais les deux découvertes qui ont rendu le nom de Charles Richet justement célèbre sont liées, l'une à l'origine de la *sérothérapie* et l'autre au phénomène connu sous le nom d'*anaphylaxie*.

Au cours de nombreuses expériences, notre Confrère remarqua, en collaboration avec son ami Héricourt, qu'en injectant à un lapin le sang d'un chien contaminé par un bacille et guéri, le lapin était immunisé et vivait : le sang d'un animal immunisé transmet donc à un second animal l'immunité du premier. Cette méthode de sérothérapie, grâce aux travaux de Behring et de Roux, appliquée d'abord à la diphtérie, puis à d'autres maladies, a sauvé des milliers et des milliers d'existences dans le monde entier.

En pathologie générale les expériences qui devaient conduire Charles Richet à la découverte de l'anaphylaxie furent commencées en collaboration avec Portier : ce phénomène d'anaphylaxie consiste dans le fait que l'introduction de certains poisons albuminoïdes dans le sang détermine

une hypersensibilité de l'organisme, telle qu'une nouvelle injection, même à doses infinitésimales, provoque parfois des accidents graves et même mortels; c'est une notion dont il y a lieu maintenant de tenir un grand compte dans les vaccinations et les intoxications.

Ces grandes découvertes réalisées par Charles Richet au cours de sa longue carrière ont rendu son nom illustre; elles lui ont valu les plus hautes distinctions : membre de l'Académie de médecine en 1898, prix Nobel de physiologie en 1913; en 1914, membre de l'Académie des sciences qu'il présida en 1933, grand officier de la Légion d'honneur en 1926.

Charles Flahault, qui devait parcourir une si brillante carrière de botaniste, avait eu des débuts difficiles : obligé, par la mort de son père, d'interrompre ses études secondaires, il vint à Paris et réussit, non sans peine, à se faire engager comme aide-jardinier au Muséum d'Histoire naturelle; il ne resta que quelques mois dans cette modeste situation.

En effet, Decaisne, qui dirigeait alors le Jardin des Plantes, remarqua bien vite ce jeune homme à l'œil vif, aux manières distinguées, qui passait à la bibliothèque le peu de temps que lui laissait l'entretien des plates-bandes et le soin des fleurs de l'École botanique : il le fait venir à son cabinet, l'initie aux difficultés de la morphologie et lui fait prendre sans tarder le chemin de la Sorbonne. Dès lors, l'avenir de Charles Flahault était assuré : la situation financière de sa famille s'était modifiée et le professeur Duchartre l'avait appelé auprès de lui comme préparateur à la Sorbonne.

De cette époque date un Mémoire important d'Anatomie végétale, préparé dans le laboratoire de Van Tieghem : l'étude de plusieurs centaines de plantes sur le mode d'accroissement de la racine permit à Flahault de reconnaître que cet organe possède un développement différent selon qu'il s'agit de Dicotylédones ou de Monocotylédones.

Notre jeune botaniste, comme beaucoup de débutants, cherchait sa voie : on put croire un moment qu'une collaboration avec Gaston Bonnier, née à l'occasion d'un voyage en Suède, allait le décider à porter le principal de son effort du côté de la Physiologie végétale; il n'en fut rien.

L'influence de notre illustre algologue français, le Dr Édouard Bornet, l'entraîne dans une direction qui était conforme à ses goûts : douze années d'étroite collaboration conduisent nos deux savants à une révision complète des Algues bleues et particulièrement des Algues nostocacées, révision qui sert de base à l'étude de ces plantes microscopiques.

La nomination de Charles Flahault à la chaire de Botanique de l'Université de Montpellier allait encore une fois changer l'orientation de ses recherches : il va tourner la plus grande partie de son activité scientifique du côté de la Géographie botanique.

Nous le voyons avec ses nombreux élèves herboriser dans la région méditerranéenne pour en faire mieux connaître la flore, ce qui lui permettra d'aborder les difficiles problèmes de la phytogéographie et de caractériser la nature et la valeur des associations. Les principes qu'il a posés en cette matière ont donné lieu à d'innombrables travaux.

La question si importante du reboisement allait lui fournir un autre champ d'action : il avait organisé lui-même sur le mont Aigoual des champs d'expériences à diverses altitudes et, tout au sommet, il avait créé, en partie avec ses deniers personnels, un laboratoire qui était devenu un centre de recherches très actif.

Quelqu'un qui a bien connu Charles Flahault a dit de lui qu'il fut tout à la fois un homme de bien, un ardent patriote, un professeur remarquable, un savant éminent.

Est-il, Messieurs, plus bel éloge?

La fin de cette année s'est montrée particulièrement cruelle envers notre Compagnie : après Charles Richet et Henri Jumelle qui viennent de nous quitter, voici qu'à quelques jours d'intervalle disparaît un de nos plus éminents chimistes, le professeur VICTOR GRIGNARD, Membre non résidant de l'Académie des Sciences depuis 1926.

Je suis peu qualifié pour analyser l'œuvre de notre Confrère; d'autres, heureusement, l'ont déjà fait qui ont marqué la place qu'il doit occuper dans l'histoire de la Chimie moderne.

La découverte des composés organomagnésiens mixtes, celle qui lui a valu le prix Nobel en 1912, a mis entre les mains des chimistes une technique nouvelle et féconde en résultats; elle a permis à son auteur d'enrichir la science d'une trentaine de méthodes pratiques qui ont fourni le moyen d'obtenir la synthèse des hydrocarbures complets ou non, des alcools primaires, secondaires et tertiaires saturés et non saturés, des glycols, des cétones, des acides, des acides-alcools, des nitriles, des sulfoxydes, etc.

On aura une idée de l'importance de cette découverte, lorsqu'on saura qu'elle a provoqué la publication de plusieurs milliers de Notes ou Mémoires en France et à l'étranger.

Lorsque Grignard, après suppression, en 1891, de l'École normale spé-

ciale de Cluny où il était entré par concours, fut obligé de poursuivre à la Faculté des Sciences de Lyon la troisième année d'études à laquelle il avait droit, rien alors ne pouvait laisser prévoir la brillante carrière de chimiste à laquelle notre confrère serait appelé; il avait, a-t-il dit lui-même, une fort mauvaise opinion de la chimie, qui lui apparaissait comme purement empirique et exigeant un effort de mémoire au-dessus de ses aptitudes.

Mais c'est là qu'apparaît l'influence irrésistible de certains hommes sur ceux qui les entourent : Grignard eut la bonne fortune d'être admis dans le service du professeur Philippe Barbier, qui a rendu célèbre l'École de Chimie de la Faculté des Sciences de Lyon.

Dans ce milieu, notre Confrère abandonna bien vite ses préventions à l'égard de la chimie dont il devait devenir, comme nous venons de le voir, un des plus illustres représentants.

Les recherches de Grignard n'ont pas eu seulement pour objet les composés organomagnésiens; elles se sont étendues à la synthèse d'une foule de corps nouveaux ayant des propriétés intéressantes et présentant de nombreuses applications.

Rappelons les services importants rendus par notre Confrère au cours de la dernière guerre comme directeur d'un laboratoire de recherches des gaz de guerre. C'est à la demande de l'Académie des Sciences qu'il fut chargé du contrôle analytique des gaz asphyxiants allemands.

Victor Grignard était commandeur de la Légion d'honneur; il faisait partie d'un grand nombre de Sociétés françaises et étrangères qui avaient tenu à se l'attacher comme membre d'honneur ou président.

Notre savant Confrère laisse de nombreux disciples et collaborateurs qui sauront conserver à l'École de Chimie lyonnaise sa brillante réputation et son éclat.

Dès le début de cette année, notre Académie a perdu l'un de ses Associés étrangers, le célèbre chimiste italien PATERNÒ.

Tout jeune encore, en 1872, il est nommé, à la suite d'un concours, professeur de Chimie générale à l'Université de Palerme; vingt ans après, nous le retrouvons titulaire de la chaire de Chimie appliquée à Rome; à la mort de son ancien maître Canizarro, dont il avait été l'assistant, il lui succède comme directeur de l'Institut de Chimie; entre temps, il occupe les hautes fonctions de vice-président du Sénat.

Dans l'œuvre immense qu'il a accomplie, nous ne pouvons ici que

signaler l'orientation générale, sans insister sur les résultats qui sont pourtant d'un intérêt considérable.

Travaux sur l'isomérie des dérivés halogènes de l'éthane : études sur les composés fluorés, recherches de cryoscopie en collaboration avec de nombreux élèves, études sur les propriétés des substances colloïdales, influence de la lumière sur les actions chimiques, tels sont quelques-uns des sujets sur lesquels s'est exercée l'activité de notre savant Confrère.

Le 6 juin 1923, les élèves, les amis et les collègues du professeur Paternò se réunissaient autour de lui pour fêter son jubilé scientifique ; dans l'un des discours prononcés à cette occasion, je trouve un passage que je crois devoir reproduire :

« Puissiez-vous, disait le président de l'Académie de Médecine de Paris à l'illustre savant, poursuivre pendant de longues années encore dans notre pays votre pieux pèlerinage et, lorsque le poids des ans sera devenu trop lourd, puissent vos descendants continuer la tradition que vous avez créée, celle de maintenir et de renforcer, s'il se peut, les liens qui unissent les deux sœurs latines, la France et l'Italie. »

Nous avons aussi perdu, depuis le mois de novembre 1934, sept Correspondants.

Les travaux de Willem de Sitter, mort à Leyde le 20 novembre 1934, sont d'une immense variété : il a touché à toutes les branches de l'Astronomie de position : éléments du système solaire, Tables de la Lune, rotation de la Terre, etc.

Les observations qu'il a faites sur Jupiter et ses satellites, sur la structure, sur l'équilibre et les dimensions de l'Univers sont justement célèbres.

Avec ce savant disparaît une des grandes figures de l'Astronomie.

Antoine-Nicolas Guntz était notre Correspondant depuis 1912.

Sa brillante carrière s'est déroulée tout entière à Nancy, où il fut nommé professeur de Chimie de la Faculté des Sciences dès 1884.

Élève de Berthelot, il porta ses recherches sur un grand nombre de métaux, parmi lesquels le fluor, le lithium, le manganèse, le baryum et leurs composés.

Les résultats qu'il a obtenus par lui-même ou en collaboration avec de nombreux élèves, lui assurent une place d'honneur parmi nos meilleurs chimistes français.

Hugo De Vries était notre Correspondant depuis 1913 : il était né à Haarlem en 1848 et il est mort à Lunteren, Pays-Bas, le 21 mai 1935.

Il s'est fait connaître, dans la première partie de sa carrière, comme un physiologiste éminent avec des travaux relatifs au géotropisme et à l'héliotropisme, avec des observations sur le rôle du protoplasma et de la membrane dans la turgescence de la cellule, avec des expériences remarquables sur la plasmolyse et la pression osmotique.

Mais ce qui a le plus contribué à faire connaître son nom est sa célèbre théorie des mutations ayant pour but d'expliquer la création de nouvelles espèces.

Theobald Smith, né à Albany, dans l'État de New-York, le 31 juillet 1859, est mort à Princeton, États-Unis, le 10 décembre 1934.

Ses recherches au cours de sa longue carrière ont porté sur la bactériologie, la parasitologie, les questions d'immunité et d'histopathologie : dans tous ces domaines, il est arrivé à des résultats remarquables.

De 1889 à 1893, en collaboration avec Kilborne, il étudie la fièvre du Texas et montre qu'elle est due à un protozoaire vivant dans les hématies et qui joue chez l'animal le même rôle que le plasmodium de Laveran chez l'homme; il découvre le mode d'infection, ce qui permet de lutter efficacement contre cette maladie qui jusque-là causait des pertes énormes.

Léon Fredericq, mort à Liége le 2 septembre 1935, a laissé, comme physiologiste, une œuvre considérable; depuis ses premiers travaux, qui remontent à 1877, il n'avait cessé de déployer une activité de tous les instants.

Ses recherches sur la propriété que possèdent les crabes et autres crustacés de se libérer par une sorte d'amputation, quand leurs pattes sont retenues prisonnières, ont fourni des renseignements des plus intéressants.

En Chimie physiologique, il a étudié avec détail la matière colorante bleue du sang des Crustacés et des Céphalopodes; en ce qui concerne la physiologie des Mammifères, ses observations sur la respiration et la circulation sont devenues classiques. Il en est de même de ses recherches sur la coagulation du sang et la régulation thermique.

Henry Fairfield Osborn, qui vient de mourir, était l'un des plus grands paléontologistes de notre époque; le nombre des travaux qu'il a publiés est très élevé et ce sont surtout les grands Vertébrés qui ont fait l'objet principal de ses recherches; dès 1878, il publie un Mémoire sur un des

grands Dinosauriens qu'il avait découverts et, deux ans après, il nous fait connaître un nouveau Rhinocéridé; puis les publications et les découvertes se suivent à dates rapprochées.

Notre savant Correspondant a réalisé une œuvre maîtresse à l'*American Museum of natural History* en y créant un département de la Paléontologie des Vertébrés. Devenu directeur de cette grande institution, il en fera un Musée modèle où il réunira des collections d'un prix inestimable, qu'il mettra à la disposition de tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des formes fossiles et des grands problèmes de l'évolution.

Henri Jumelle, notre Correspondant dans la Section de Botanique, était professeur à la Faculté des Sciences de Marseille et directeur du Musée colonial; il vient de mourir à l'âge de 69 ans, laissant après lui un ensemble remarquable de travaux : les premiers ont trait à la physiologie végétale, les autres sont consacrés presque tous à la description des plantes de nos colonies.

En Physiologie végétale, on doit citer les recherches concernant la migration des substances chez les plantes annuelles, les expériences sur la transpiration et l'assimilation des plantes vertes et celles qui mettent en évidence l'influence des substances minérales sur la structure des végétaux, etc.

En Systématique, deux ouvrages importants sont à signaler : *Les plantes à caoutchouc et à gutta des pays chauds* et *Les ressources agricoles et forestières des colonies françaises*.

Mais c'est dans un Recueil fondé en 1893 par Édouard Heckel, sous le titre *Annales du Musée colonial de Marseille*, que notre savant collègue a donné toute sa mesure en étudiant un grand nombre d'espèces nouvelles et de genres nouveaux provenant de nos colonies.

Après avoir salué une dernière fois nos chers Confrères disparus, je me propose de vous entretenir quelques instants d'une science qui a la réputation d'être aimable entre toutes, la Botanique.

Les découvertes en Botanique n'ont pas manqué en ces dernières années, mais le grand public, attiré comme de juste par les merveilleuses découvertes réalisées en mécanique, en électricité, en radioactivité, en télégraphie sans fil, etc., est peut-être moins disposé qu'autrefois à s'intéresser aux sciences purement biologiques; il lui arrive parfois, semble-t-il, de ne prêter qu'une attention distraite aux lois de Mendel et aux progrès de la

Génétique pourtant si captivants; les problèmes de l'évolution qui ont passionné plusieurs générations sont en train de passer, si je ne me trompe, au second plan de nos préoccupations.

Dans ces conditions, puisque c'est l'existence de différentes radiations, ayant leur énergie propre, qui a permis à de grands savants, physiciens ou chimistes, de parvenir à des conceptions nouvelles sur la matière et à des applications qui confondent l'imagination, un botaniste n'a guère d'autre ressource aujourd'hui, dans cette séance, que de porter la comparaison sur le même terrain, en y apportant une réserve bien naturelle.

Il se trouve cependant que la plus importante utilisation des ondes — en l'espèce les radiations lumineuses — a été réalisée par la plante verte, il y a des millions d'années, avant que l'homme fût là pour le constater et en saisir le mécanisme.

Il s'agit de ce que nous désignons sous le nom d'assimilation chlorophyllienne ou encore de photosynthèse : sans cette utilisation des ondes lumineuses par la plante, aucune vie n'aurait été possible sur la terre. Notre planète aurait été réduite à un morne désert dans lequel la lumière du Soleil n'aurait éclairé qu'un sol dénudé et des abîmes sans fond complètement stériles; l'immense univers n'aurait eu sans doute aucun interprète pour en découvrir les beautés.

On peut trouver extraordinaire qu'un phénomène d'une telle portée pour notre humanité soit resté ignoré jusque vers la fin du XVIII[e] siècle.

Parmi les savants qui en ont eu la première idée, il faut citer Priestley, Ingenhousz, Senebier, et encore faut-il observer que, dans leurs travaux pourtant si remarquables pour l'époque, on ne trouve guère que des constatations fragmentaires sur la production d'un gaz déphlogistiqué (oxygène) par les organes verts des plantes et des conclusions assez timides sur le rôle de la lumière.

Depuis cette époque déjà lointaine, nos connaissances sur la photosynthèse se sont largement accrues et se développent encore tous les jours.

La lumière du Soleil, qui est indispensable à cette fonction, comprend un grand nombre de radiations, lesquelles, étalées en un spectre, reproduisent les couleurs de l'arc-en-ciel. Le pigment vert des plantes, qui intervient aussi nécessairement, est constitué par des chlorophyllines, de la xanthophylle et de la carotine.

Il a été démontré, dans ces dernières années, que l'énergie des radiations orangées absorbée par les chlorophyllines aurait suffi seule pour assurer la vie de la plante et la nôtre par surcroît.

Nous savons que cette énergie des rayons orangés et de quelques autres est utilisée par les chlorophyllines pour décomposer l'acide carbonique en oxygène, qui se dégage, et en carbone, qui se fixe dans les tissus pour s'y accumuler en différentes combinaisons.

Nous n'ignorons pas pourquoi les radiations vertes sont inactives : n'étant pas absorbées par les chlorophyllines, elles traversent la plante sans s'y arrêter et sans produire aucune action.

L'utilisation de l'énergie solaire par la plante verte est un phénomène qui domine tous les autres, puisqu'il est à l'origine de la vie et qu'il est indispensable à son maintien : la fonction chlorophyllienne, qui s'exerce ainsi depuis des millions d'années par l'intermédiaire des radiations lumineuses, a encore devant elle un bel avenir, puisqu'elle ne cessera sans doute qu'avec le pouvoir éclairant du Soleil, ce qui représente encore, d'après les prévisions les plus pessimistes, quelques millions d'années.

D'ailleurs, la plante verte, dans la mission qui lui est dévolue, est très économe de l'énergie qu'elle reçoit, car elle ne travaille que dans la journée.

On a pu ainsi constater que la photosynthèse, pendant le mois de mars, si elle débute dans notre région entre $6^{h}30^{m}$ et 7^{h} du matin, cesse, au plus tard, vers 18^{h}, ce qui représente des journées de 11 ou 12 heures; encore faut-il ajouter que le travail est souvent interrompu par la pluie ou la présence de nuages.

Nous pouvons donc être tranquilles sur notre sort et faire confiance à la plante; n'eût-elle que la journée de 8 heures à sa disposition, nous n'aurions rien à craindre.

On ne lui rend pas assez justice, sous le prétexte qu'elle est fixée au sol et ne peut se déplacer, comme l'animal, au gré de sa fantaisie ou des circonstances.

Et, cependant, c'était le seul moyen pour elle d'augmenter son action bienfaisante par un développement considérable de ses feuilles, qui sont les organes de la photoassimilation.

D'ailleurs, dans le règne végétal, l'immobilité est loin d'être une règle absolue : sans parler des mouvements très actifs et souvent très compliqués qui existent à l'intérieur de presque toutes les cellules végétales, sans envisager l'existence de gamètes mâles mobiles jusque chez les Gymnospermes où ils assurent la fécondation, il ne faut pas oublier que les êtres microscopiques que l'on désigne sous le nom de Protophytes ou premières plantes, ne le cèdent en rien, sous le rapport des mouvements, aux Protozoaires ou premiers animaux.

On serait même tenté d'établir une comparaison entre ces mouvements tels qu'on les observe chez les Protophytes et ceux de l'homme : il n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire au premier abord d'en saisir toutes les différences et de les distinguer du point de vue biologique ou même psychologique; vous en jugerez.

Quand, dans une grande ville, on observe la foule en mouvement, on devine que, dans le désordre apparent d'une circulation intense, de nombreux facteurs interviennent qui en expliquent plus ou moins les différentes modalités. Certains mouvements d'ensemble suivis d'arrêts sont dus à un signal bien connu de tous : il s'agit là d'un déterminisme quasi obligatoire; ce déterminisme est encore très effectif quand il s'agit de l'employé qui va à son bureau, de l'écolier qui rejoint sa classe, de l'ouvrier qui regagne son usine ou son chantier; mais ce déterminisme devient très relatif pour le flâneur ou le simple promeneur qui sera, suivant les circonstances, attiré par telle ou telle devanture de magasin brillamment éclairée.

L'ensemble des mouvements chez les Protophytes ne se présente pas sous le microscope d'une façon très différente : ces êtres, vivant dans le milieu aquatique, se déplacent à l'aide de pseudopodes, de flagelles ou même à la façon d'un ver de terre ou d'un serpent; leurs déplacements ressemblent à ceux des êtres plus élevés en organisation; ils vont, viennent, s'arrêtent, repartent, prennent une direction donnée pour en changer l'instant d'après. On les voit qui tantôt s'agitent frénétiquement sur place, tantôt s'immobilisent en devenant complètement inertes.

Ces infiniment petits, dont la grosseur peut descendre à 1/1000e de millimètre, montrent dans certains cas une sensibilité vraiment extraordinaire.

Qu'on les mette en présence d'un spectre reproduisant les couleurs de l'arc-en-ciel, ils sauront distinguer non seulement les régions colorées, mais aussi, dans chacune de ces régions, certaines longueurs d'onde; ils iront se fixer à telle division du spectre lumineux sans la dépasser et sans jamais se tromper.

Tout à l'heure je parlais du promeneur qui interrompt sa promenade pour s'arrêter devant une devanture brillamment éclairée : alors même que l'éclairage comprendrait la succession des couleurs de l'arc-en-ciel, ce promeneur serait dans l'impossibilité d'indiquer les limites exactes du bleu et du vert, du jaune et de l'orangé, de l'orangé et du rouge. Ne nous hâtons pas cependant de conclure, sur des constatations aussi troublantes, en faveur de la supériorité de l'infiniment petit sur notre promeneur.

Certes, notre raison s'y refuse *a priori*, mais les questions de sentiment

influencent peu le naturaliste et il recherchera, sans se lasser, l'explication d'une anomalie qui puisse satisfaire à la fois son esprit et sa raison.

La clef de cette énigme va nous être fournie, comme lorsqu'il s'est agi de la photosynthèse, par l'action des radiations lumineuses de longueurs d'onde différentes, appelées à traverser un pigment contenu dans le corps de ces infiniment petits.

Que ce pigment soit de la chlorophylline, de la bactériopurpurine, il absorbe certaines radiations alors que d'autres passent librement.

Les radiations qui sont absorbées sont génératrices d'énergie; non seulement elles agiront dans la photosynthèse, mais elles vont intervenir dans le mouvement et nous expliquer le groupement de ces êtres microscopiques en des endroits nettement déterminés du spectre et leur fixation en face de radiations de longueur d'onde déterminée.

Lorsque, dans leur course désordonnée à l'intérieur de l'eau d'une cuve sur laquelle on a projeté un spectre, ces organismes traversent la zone du vert, ils n'en éprouvent aucune sensation et continuent leur course; mais si leur corps rencontre une radiation absorbée par leur pigment, l'énergie dégagée agit instantanément et provoque une fixation de ces organismes : le spectre de fixation reproduit donc automatiquement le spectre d'absorption.

Là où nous étions tentés, sur des apparences trompeuses, d'attribuer à l'infiniment petit une faculté de perception que nous sommes loin de posséder, un pouvoir de distinguer entre elles les longueurs d'onde que l'homme a mis des siècles à reconnaître, nous ne trouvons, en dernière analyse, qu'une manifestation vitale sans doute admirable, mais dont le déterminisme est aussi absolu que le mouvement des astres ou les résultats d'une combinaison chimique.

Tout au contraire, dans les mouvements d'une foule, le prétendu déterminisme est loin d'être intégral : il n'a plus qu'une valeur très relative, qui diffère avec les individus.

Si de nombreux facteurs interviennent dans le choix d'une direction, chacun de ces facteurs laisse à l'homme un degré de liberté qui, malheureusement pour lui, n'est pas toujours sans danger.

Ainsi l'automobiliste pressé par l'heure n'obéira pas nécessairement au signal de l'agent, il poursuivra sa course sans se soucier du passage à clous et de la contravention qui l'attend; l'écolier, par une belle matinée de printemps, se décidera à faire l'école buissonnière; le promeneur lui-même, sur une simple réflexion du moment, prendra le parti de rentrer chez lui ou

de continuer sa promenade. Les mouvements chez nos organismes inférieurs et les plantes primitives n'ont pas ce caractère facultatif.

Nous venons de voir, en effet, qu'à l'aide d'un signal formé par des radiations rouges, on provoque automatiquement l'arrêt et la fixation de milliers de cellules en mouvement; si nous remplaçons ce signal par un autre de couleur verte, toutes ces cellules vont reprendre leur activité.

Remarquons que le signal d'arrêt pour d'autres organismes voisins, mais possédant des pigments différents, sera formé d'autres radiations lumineuses et même, lorsqu'il s'agit de Sulfuraires, de radiations qui pour nous sont absolument invisibles.

Si l'on ajoute que l'action de ces signaux peut être modifiée tout aussi automatiquement par d'autres tactismes dus à la température, à des toxines et autres facteurs, on a une idée de la complexité des manifestations de la vie dans le domaine des infiniment petits.

La psychologie des organismes inférieurs, si l'on peut s'exprimer ainsi, consiste donc à reconnaître chez ces êtres microscopiques, pour la plupart unicellulaires, le déterminisme de leurs déplacements, de leurs actes, de leurs fonctions, quel que soit le degré de complication ou de perfection qu'ils présentent.

En vous parlant aujourd'hui de l'utilisation de l'énergie lumineuse par la plante verte, soit dans la photosynthèse, soit dans le domaine des mouvements, je n'ai fait que soulever à peine un coin du voile qui dérobe à nos yeux le grand mystère de la vie.

La plante n'emploie dans les phénomènes que nous venons de considérer qu'une faible proportion de l'énergie radiante : le jour où l'homme, à son exemple, arriverait à disposer directement de celle qui reste libre, une révolution aux conséquences incalculables serait accomplie.

Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la proclamation de nos prix.

PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS EN 1935.

RAPPORTS.

MATHÉMATIQUES.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. É. Picard, M. Hamy, L. Lecornu, J. Hadamard, É. Goursat, É. Borel, H. Lebesgue, É. Cartan; G. Julia, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **André Weil**, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Strasbourg, pour ses travaux sur les corps algébriques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. É. Picard, L. Lecornu, É. Goursat, É. Borel, J. Drach, É. Jouguet, L. de Broglie, A. Caquot; H. Villat, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Pierre Dupin**, ingénieur, chargé de cours à l'Institut électrotechnique de Toulouse, pour ses travaux sur la mécanique des fluides.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. É. Picard, L. Lecornu, É. Goursat, É. Borel, J. Drach, H. Villat, L. de Broglie, A. Caquot; É. Jouguet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Auguste Lafay**, professeur à l'École Polytechnique, pour l'ensemble de ses travaux de mécanique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION HENRY BAZIN.

(Commissaires : MM. É. Picard, L. Lecornu, É. Goursat, É. Borel, J. Drach, É. Jouguet, L. de Broglie, A. Caquot; H. Villat, rapporteur.)

La Commission propose de décerner un prix de 5000fr à M. **Adrien Foch**, professeur à la Faculte des Sciences de Paris, pour ses recherches expérimentales d'hydraulique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. É. Picard, M. Hamy, H. Lebesgue, É. Cotton, E. Esclangon, C. Maurain, A. de La Baume Pluvinel; H. Deslandres, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Lucien d'Azambuja**, astronome à l'Observatoire de Meudon, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. É. Picard, H. Deslandres, M. Hamy, H. Lebesgue, A. Cotton, E. Esclangon, C. Maurain, A. de La Baume-Pluvinel; G. Fayet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

un prix de 1000fr à M. **Guy Reiss**, astronome à l'Observatoire d'Alger, pour l'ensemble de ses travaux;

un prix de 1000fr à M. **André Patry**, astronome à l'Observatoire de Nice, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX BENJAMIN VALZ.

(Commissaires : MM. É. Picard, H. Deslandres, M. Hamy, H. Lebesgue, A. Cotton, E. Esclangon, C. Maurain; A. de La Baume-Pluvinel, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Raymond Tremblot**, astronome-adjoint à l'Observatoire de Bordeaux, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. É. Picard, H. Deslandres, M. Hamy, H. Lebesgue, A. Cotton, C. Maurain; E. Esclangon et A. de La Baume-Pluvinel, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

un prix de 5000fr à M. **Jules Baillaud**, astronome à l'Observatoire de Paris, pour l'ensemble de ses travaux;

un prix de 5000fr à M. **André Danjon**, directeur de l'Observatoire de Strasbourg, pour l'ensemble de ses travaux;

un prix de 5000fr à M. **Armand Lambert**, astronome à l'Observatoire de Paris, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

(Commissaires : MM. É. Picard, H. Deslandres, M. Hamy, H. Lebesgue, A. Cotton, C. Maurain, A. de La Baume-Pluvinel; E. Esclangon, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Georges Durand**, astronome à l'Observatoire de Toulouse, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LA CAILLE.

(Commissaires : MM. H. Deslandres, M. Hamy, H. Lebesgue, A. Cotton, E. Esclangon, C. Maurain, A. de La Baume-Pluvinel; É. Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Raoul Goudey**, astronome-adjoint à l'Observatoire de Besançon, pour ses études relatives à l'intensité de la pesanteur.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

GÉOGRAPHIE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, H. Douvillé, L. Mangin, C. Lallemand, R. Bourgeois, E. Fichot, G. Perrier, G. Durand-Viel; J. Tilho, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Louis Feyler**, capitaine d'infanterie coloniale au Service géographique de l'Armée, pour son exploration dans le Ténéré tchadien.

Pendant quatre années consécutives (1930-1934), le Capitaine **Feyler**, à la tête de petits détachements méharistes, a parcouru dans tous les sens

la partie du Sahara Central s'étendant au nord du Tchad, entre la région Toummo, Bilma, Agaden à l'Est et le massif de l'Aïr à l'Ouest, jusqu'aux confins de la Tripolitaine et de l'Algérie. Il a pu ainsi découvrir les anciens parcours de nombreux oueds disparus et en particulier celui du plus important d'entre eux, le Tafassasset; il a reconnu le tracé de celui-ci pendant plus de 500^{km}, jusqu'à sa disparition sous les amas dunaires du Grand Erg du Téneré, vaste barrière de sable de 150 à 250^{km} de largeur et de 800^{km} de longueur, s'étendant d'Ouest en Est entre les massifs de l'Aïr et du Tibesti. En outre, au sud de cette barrière, il a reconnu la large et importante vallée du Dilia débouchant du Grand Erg et se continuant sans interruption jusqu'au Tchad, qu'elle atteint au fond du golfe de Nguigmi. Ainsi Dilia et Tafassasset étant dans le prolongement l'un de l'autre, ne sont probablement qu'un seul et même grand fleuve, ancien collecteur des eaux de ruissellement tombées sur les montagnes et plateaux de l'Aïr, du Hoggar et du Tassili des Adjers aux époques où le Sahara bénéficiait d'un climat beaucoup plus humide que de nos jours.

Sa carte d'ensemble de la région, dressée dans des conditions particulièrement pénibles, ainsi que les descriptions de détail qu'il en a données, constituent une précieuse et très méritoire contribution à nos connaissances sur la géographie physique du Sahara Central.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. H. Douvillé, L. Mangin, C. Lallemand, R. Bourgeois, E. Fichot, G. Perrier, J. Tilho, G. Durand-Viel; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner un prix de 3000^{fr} à M. **Edmond Saurin**, géologue du Service géologique de l'Indochine, pour une importante étude sur la stratigraphie et la tectonique du sud de l'Annam.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX ALEXANDRE GIVRY.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, H. Douvillé, L. Mangin, C. Lallemand, R. Bourgeois, G. Perrier, J. Tilho; E. Fichot, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Joseph Volmat**, ingénieur hydrographe en chef de la Marine.

M. Volmat s'est déjà signalé à l'attention de l'Académie des Sciences par une note sur l'application de la photographie aérienne aux levés hydrographiques, dans laquelle il indique et précise les services que peuvent rendre les clichés pris en hydravion pour la découverte des hauts fonds dangereux [1].

Au cours des nombreuses missions qu'il a dirigées sur les côtes de France, M. Volmat a procédé à une quantité considérable d'observations méthodiques de courants de surface et de fond, dont il a tiré de précieuses conclusions pour l'étude du régime des estuaires. C'est à lui que l'on doit le tracé de la nouvelle passe d'entrée de la Gironde, dont les profondeurs n'ont jusqu'ici cessé de se maintenir et même de s'accroître, par le seul jeu des courants et sans l'intervention de dragages.

L'importance et la qualité des travaux de M. **Volmat** ont déterminé le choix de votre Commission.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

NAVIGATION.

PRIX DU MINISTÈRE DE LA MARINE.

(Commissaires : MM. É. Picard, C. Lallemand, L. Lecornu, R. Bourgeois, M. Laubeuf, E. Fichot, G. Perrier, J. Drach, É. Jouguet, H. Villat, J. Tilho, L. de Broglie, A. Caquot; J. Charcot, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **André Pommelet**, ingénieur principal du Génie Maritime, pour ses travaux intéressant les constructions navales.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

(1) *Comptes rendus*, **169**, 1919, p. 717.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. É. Picard, C. Lallemand, L. Lecornu, R. Bourgeois, M. Laubeuf, E. Fichot, G. Perrier, J. Charcot, J. Drach, É. Jouguet, H. Villat, J. Tilho, L. de Broglie; A. Caquot, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Marcel Rouchet**, ancien élève de l'École Polytechnique, ingénieur du Génie Maritime, pour l'ensemble de ses travaux relatifs à la fatigue des métaux, et spécialement à leur résistance aux efforts alternés.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PHYSIQUE.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. É. Picard, É. Branly, M. Brillouin, J. Perrin, A. Cotton, M. de Broglie, C. Fabry, P. Langevin; P. Janet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Marcel Pauthenier**, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, pour ses travaux dans le domaine de l'électricité.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. É. Picard, É. Branly, M. Brillouin, J. Perrin, A. Cotton, M. de Broglie, C. Fabry, P. Langevin; P. Janet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Jean Fallou**, docteur ès sciences, ingénieur-conseil à l'Union d'Électricité, pour ses ouvrages sur l'électricité, et en particulier pour son livre intitulé *Les réseaux de transmission d'énergie*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. É. Picard, É. Branly, P. Janet, M. Brillouin, J. Perrin, M. de Broglie, C. Fabry, P. Langevin; A. Cotton, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Jean Mercier**, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, directeur de l'École de Radiotélégraphie, pour ses travaux sur les oscillations électriques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. É. Picard, É. Branly, P. Janet, M. Brillouin, J. Perrin, A. Cotton, M. de Broglie, P. Langevin; C. Fabry, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Louis Néel**, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Strasbourg, pour ses travaux sur le magnétisme.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PIERSON-PERRIN.

(Commissaires : MM. É. Picard, É. Branly, P. Janet, M. Brillouin, A. Cotton, M. de Broglie, C. Fabry, P. Langevin; J. Perrin, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Pierre Auger**, chef de travaux à la Faculté des Sciences de Paris, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION CLÉMENT FÉLIX.

(Commissaires : MM. É. Picard, É. Branly, M. Brillouin, J. Perrin, A. Cotton, M. de Broglie, C. Fabry, P. Langevin; P. Janet, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la Fondation à M. **Charles Dietsch**, chef de travaux au Laboratoire Central d'électricité,

pour la continuation de ses recherches sur la mesure des courants continus de grande intensité.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

CHIMIE.

PRIX MONTYON DES ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, H. Le Chatelier, A. Béhal, G. Urbain, A. Desgrez, M. Delépine, R. Lespieau; G. Bertrand et R. Fosse, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

un prix de 2500fr à M. **René Fabre**, professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, pour l'ensemble de ses travaux de toxicologie;
une mention honorable de 1500fr à M. **Lucien Leroux**, chimiste au Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, pour ses travaux sur l'arsenic.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, H. Le Chatelier, A. Béhal, G. Urbain, G. Bertrand, A. Desgrez, R. Fosse, R. Lespieau; M. Delépine, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Marcel Godchot**, directeur de l'Institut de Chimie, doyen de la Faculté des Sciences de Montpellier, pour l'ensemble de son œuvre.

M. Marcel Godchot a débuté dans la Science sous les auspices de Jungfleisch. Dès 1904, en collaboration avec son Maître, il a étudié l'acide lactique racémique, ses isomères stéréochimiques ainsi que les dilactides *d* et *l*. Au cours de ces recherches, une nouvelle méthode permit de préparer

les esters et par suite les diacides à fonction éther-oxyde, tels que l'acide dilactylique. Plus récemment, M. Godchot a repris l'étude de cet acide; sous sa direction, M. Vielès prépara la dilactylamide ($d+l$) et en reconnut le dédoublement spontané, ce qui fournit ensuite les acides dilactyliques d et l dont une étude très soignée a pu être réalisée.

En 1907, M. Godchot a publié une importante contribution à l'étude des hydrures d'anthracène et de leurs dérivés qui fit l'objet de sa Thèse de doctorat ès sciences physiques; entre autres, il établit qu'il est possible d'obtenir différents hydrures d'anthracène en faisant varier les conditions de température. Dès lors, soit seul, soit avec ses collaborateurs, M. Godchot se consacre dès 1908 à développer nos connaissances sur les composés cycliques. Avec M. Taboury, il étudie, de 1911 à 1914, la série cyclopentanique et en fait connaître de nombreux dérivés. La guerre de 1914 interrompt ses recherches, mais lui fournit l'occasion de collaborer avec M. Charpy avec lequel il étudie plus particulièrement l'oxydation des houilles et les conditions de formation du coke.

Reprenant ensuite, dès 1919, ses recherches en série hydroaromatique, il exécute de nombreux travaux avec M. Bedos, M[lle] Cauquil et M. Mousseron. Il prépare les différents cycles en C^5, C^6, C^7, C^8, soit par action des organomagnésiens sur les époxycyclanes ou sur les chlorhydrines correspondantes, soit par action de l'eau sur ces mêmes chlorhydrines, soit par action de l'acide nitreux sur les 2-aminocyclanols; on peut, souvent, grâce à ces réactions, passer d'un cycle à un autre et ces méthodes présentent un certain caractère de généralité.

Citons aussi les résultats obtenus par M. Godchot et son collaborateur M. Mousseron dans le dédoublement en leurs antipodes optiques de nombreux corps, tels que les 2-aminocyclanols et les cyclanediols-1.2, ce qui permet de tirer certaines conclusions sur les relations existant entre la grandeur du pouvoir rotatoire, la nature du cycle et de ses substituants. Signalons encore une étude physicochimique d'un certain nombre de carbures cyclaniques ou cycléniques comprenant en particulier la détermination de leur spectre Raman, étude poursuivie avec l'aide de M. Canals et M[lle] Cauquil. Il y a lieu aussi d'indiquer un travail important de M. Godchot et de M. Mousseron sur l'obtention et l'étude des bis-polyméthylène-pyrazines et les pipérazines correspondantes, les premières étant obtenues par l'action de l'ammoniaque sur les cyclanones monochlorées.

A ces travaux, il faut ajouter beaucoup d'autres recherches, telles que l'hydrogénation du triphénylméthane, de l'anhydride phtalique,

l'obtention et l'étude de l'acide hexahydrophénylglycolique, de l'hexahydroacétophénone, l'action des organomagnésiens sur les esters des diacides à poids moléculaire élevé, la synthèse de l'α-méthylcyclopentanone identique à celle isolée par Looft dans les huiles de bois, etc.

L'ensemble de ces travaux comprend plus de cent-vingt Mémoires et Notes dont quatre-vingt-dix furent publiés dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.

A l'actif de ce chimiste, il y a lieu aussi de signaler qu'il vient de terminer la construction d'un Institut de Chimie des plus modernes dont l'inauguration a eu lieu au début de cette année.

Par son travail personnel original et intense, par l'élan qu'il a donné à son laboratoire en y groupant de nombreux et actifs collaborateurs, M. **Godchot** s'est assuré une place de premier rang parmi les chimistes organiciens de notre pays.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION CAHOURS.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, H. Le Chatelier, A. Béhal, G. Bertrand, A. Desgrez, M. Delépine, R. Fosse, R. Lespieau; G. Urbain, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la fondation à M. **Félix Trombe**, ingénieur chimiste de l'Université de Paris, pour ses recherches sur l'isolement des Terres rares à l'état métallique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HOUZEAU.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, H. Le Chatelier, A. Béhal, G. Bertrand, A. Desgrez, M. Delépine, R. Fosse, R. Lespieau; G. Urbain, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Edmond Vellinger**, chef de laboratoire à l'École nationale supérieure du pétrole de Strasbourg, pour ses nombreuses mesures physicochimiques intéressant les composés organiques et les substances biologiques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : A. Lacroix, C. Barrois, H. Douvillé, F. Wallerant, L. Mangin, L. de Launay, P. Sabatier, L. Cayeux; C. Jacob, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Antonin Lanquine**, professeur à la Faculté des sciences et à l'École centrale des Arts et Manufactures, pour son œuvre géologique sur la Provence.

A l'origine élève d'Émile Haug, M. A. Lanquine s'occupe depuis plus de vingt-cinq ans des chaînes provençales.

Il en a surtout étudié les terrains jurassiques et donné, à leur sujet, deux mémoires qui rétablissent la succession des dépôts, analysent leur distribution, leurs lacunes, leurs variations de facies et révisent leurs importantes faunes. L'idée se vérifie dans le détail qu'il s'agit d'une sédimentation bordière, peu profonde, effectuée sur un socle qui n'a connu, pendant le Jurassique, que des mouvements verticaux ou des oscillations de bascule, sans formation de rides embryonnaires comme dans le domaine alpin.

Au point de vue tectonique, M. **A. Lanquine** a, comme d'autres dans les années récentes, révisé les conceptions généralement admises. Au lieu des grands recouvrements provençaux, on doit songer à des mouvements tangentiels beaucoup plus localisés, à propos desquels les décollements du Jurassique à sa base, au-dessus du Trias, lui paraissent jouer un rôle important.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, C. Barrois, H. Douvillé, F. Wallerant, L. Mangin, L. de Launay, P. Sabatier, L. Cayeux; C. Jacob, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Jean Viret**, professeur au Lycée Ampère à Lyon, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon, pour ses travaux sur la paléontologie des Vertébrés.

Orienté par Charles Depéret, M. Viret consacre, depuis plus de dix ans, les loisirs de ses charges d'enseignement à l'étude des Vertébrés fossiles.

Une première série de recherches porte sur les Mammifères des calcaires de la Limagne bourbonnaise. Elle établit qu'en bordure, à Coderet et à Peublanc, de curieuses faunules de petites formes indiquent un âge stampien, plus ancien que celui de la faune de Saint-Gérand-le-Puy, classique depuis Pomel, Filhol, etc. De celle-ci, un beau mémoire de M. Viret, fournit, en 1929, une révision moderne et confirme l'âge aquitanien, c'est-à-dire encore oligocène pour qui considère les Mammifères.

Dans le bassin du Rhône, M. Viret a revu la Grive-Saint-Alban et y signale des Carnivores nouveaux qui l'amènent à étudier ceux d'autres gisements, par exemple du Pliocène du Roussillon.

Avec M. Roman enfin, il a repris des mains défaillantes de Ch. Depéret les fouilles et la description du gisement burdigalien de la Romieu dans le Gers, dont la faune d'une vingtaine d'espèces complète si heureusement à la base la série des riches ensembles miocènes du bassin d'Aquitaine.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, C. Barrois, H. Douvillé, F. Wallerant, L. Mangin, L. de Launay, P. Sabatier, L. Cayeux; C. Jacob, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Georges Lecointre**, docteur ès sciences, ingénieur chimiste, pour ses travaux géologiques sur le Maroc et la Touraine.

Depuis 1914, M. G. Lecointre est venu à maintes reprises au Maroc. Il

y a principalement étudié, au Sud-Est de Rabat et de Casablanca, une partie de la « Meseta marocaine » de Louis Gentil. Sa monographie de 1926 est la première parue sur une région chérifienne. Indépendamment de la description d'un fragment de chaîne hercynienne, elle fournit la première analyse détaillée d'une série primaire en Afrique du Nord, avec des découvertes fondamentales : Cambrien fossilifère, Gothlandien à Trilobites, Dévonien à peu près complet, Dinantien fossilifère. Sur les terrains quaternaires revêtant le socle de l'Ouest marocain, M. G. Lecointre a apporté aussi des observations intéressantes.

Résidant en Touraine et possédant la célèbre collection paléontologique des faluns récoltée par sa mère, il n'a guère cessé de s'occuper de son pays natal. Pour le Crétacé, pour le Miocène, pour des études techniques diverses et aussi pour sa collaboration à la révision des cartes géologiques, le concours de M. **G. Lecointre** à la géologie régionale métropolitaine mérite également d'être souligné.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JOSEPH LABBÉ.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, C. Barrois, F. Wallerant, L. Mangin, L. de Launay, P. Sabatier, L. Cayeux, C. Jacob; H. Douvillé, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Louis Glangeaud**, docteur ès sciences, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Bordeaux, pour ses travaux géologiques.

Depuis plusieurs années il étudie la région littorale de la province d'Alger, étude rendue très difficile par suite du métamorphisme de la plupart des formations. Il a pu ainsi reconnaître dans sa Thèse de 1932 qu'une partie des Flysch d'aspect primaire étaient en réalité d'âges secondaire et tertiaire, depuis l'Albo-Aptien jusqu'à l'Éocène supérieur. Plus récemment il a montré par contre que dans le complexe des Kabylies, il existait une véritable série cristallophyllienne et des grès rouges antérieurs au Lias. Au point de vue tectonique il distingue un paroxysme majeur à la fin du Lutétien, en relation avec des roches intrusives post-nummulitiques, associées à des roches d'épanchement produites par des volcans aériens, bordant la mer miocène.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. L. Bouvier, A. Lacroix, L. Mangin, J. Costantin, P.-A. Dangeard, G. Bertrand, M. Molliard, A. Guilliermond; L. Blaringhem, rapporteur).

La Commission propose de décerner le prix à M. **Pierre Dangeard**, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, pour son *Traité d'Algologie*.

Ce Traité est le premier Ouvrage (440 pages in-8°, 370 figures) en langue française traitant avec ampleur de cet embranchement; c'est à la fois une mise au point des travaux anciens et un exposé des découvertes récentes sur la Biologie générale et la Classification des Algues. En plus d'un résumé des découvertes remarquables de Thuret, Bornet, L. Guignard, R. Chodat, de MM. P.-A. Dangeard et Sauvageau, on y trouve l'analyse de la longue série des études poursuivies en Europe centrale et au Danemark, des suggestions vers des recherches nouvelles, des discussions et des études de l'auteur sur le vacuome et sa transmission par spores, sur le dégagement d'iode libre par les Algues marines, qui sont d'un grand intérêt pour la Biologie générale.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. L. Bouvier, A. Lacroix, L. Mangin, J. Costantin, G. Bertrand, M. Molliard, L. Blaringhem, A. Guilliermond; P.-A. Dangeard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Charles Killian**, professeur de botanique agricole à la Faculté des Sciences d'Alger, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JEAN THORE.

(Commissaires : MM. L. Bouvier, A. Lacroix, L. Mangin, J. Costantin, P.-A. Dangeard, G. Bertrand, L. Blaringhem, A. Guilliermond; M. Molliard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Robert Douin**, professeur à l'Université de Lyon, pour l'ensemble de ses travaux et particulièrement pour l'importante contribution qu'il a apportée à l'achèvement de la *Flore illustrée de France* (12 volumes) dont la conception revient à son maître Gaston Bonnier.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. L. Bouvier, A. Lacroix, L. Mangin, P.-A. Dangeard, G. Bertrand, M. Molliard, L. Blaringhem, A. Guilliermond; J. Costantin, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix au Frère **Marie-Victorin**, directeur de l'Institut de Botanique de l'Université de Montréal, pour l'ensemble de ses travaux de floristique.

La *Flore Laurentienne*, illustrée de 22 cartes et 2800 dessins, de 917 pages, est une œuvre considérable qui contribuera puissamment à répandre au Canada la connaissance approfondie des Ptéridophytes et des plantes supérieures aussi à diffuser la langue française dans l'Amérique du Nord. Cette Flore renferme des études biologiques et écologiques très intéressantes que l'on ne rencontre pas d'ordinaire dans les livres de systématique. Tout ce qui se rapporte aux Cryptogames vasculaires est particulièrement original et de haute portée comme les autres travaux de l'auteur.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JEAN DE RUFZ DE LAVISON.

(Commissaires : MM. L. Bouvier, A. Lacroix, L. Mangin, J. Costantin, P.-A. Dangeard, G. Bertrand, L. Blaringhem, A. Guilliermond; M. Molliard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Robert Échevin**, assistant à la Faculté des Sciences de Paris, pour ses travaux relatifs au métabolisme de l'azote, du phosphore et du soufre dans des feuilles caduques des plantes ligneuses.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX PAUL MARGUERITE DE LA CHARLONIE.

(Commissaires : MM. L. Mangin, J. Costantin, P. Marchal, E. Leclainche, P. Viala, L. Lapicque, É. Schribaux, G. Moussu; R. Fosse, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Albert Demolon**, inspecteur général des stations et laboratoires du Ministère de l'Agriculture, pour ses recherches concernant : le développement des végétaux; l'oxydation biologique, à l'état sulfurique, du soufre élémentaire introduit dans le sol; les colloïdes des sols; l'importance de la réaction des sols, qui « représente, ainsi que l'écrit M. Demolon, un facteur susceptible de modifier considérablement la dynamique du milieu et, partant, l'allure de la végétation ».

Dans un autre domaine, celui de la « fatigue des sols », M. Demolon a fait l'intéressante découverte du rôle d'un bactériophage lysant le *B. radicicola*, ouvrant les plus intéressantes perspectives, à la fois, d'ordre théorique et pratique.

Dans ses deux livres, *Principes d'Agronomie*, consacrés à « la Dynamique

du sol » et à la « Croissance des végétaux », M. **Demolon** s'est efforcé de substituer progressivement aux observations empiriques des données scientifiquement établies et, en un mot, de rattacher l'Agronomie à la Biologie générale.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, L. Bouvier, A. Lacroix, H. Douvillé, P. Marchal, C. Richet, F. Mesnil, C. Gravier; M. Caullery, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Paul Marais de Beauchamp**, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, pour ses recherches qui, depuis 1904, date de la première publication, comprennent plus de cent notes, articles ou mémoires et ont porté sur des groupes très divers d'Invertébrés, étudiés à la fois aux points de vue anatomique, taxonomique, faunistique, éthologique et comme matériel d'étude de problèmes de biologie générale.

Il convient de mettre spécialement en lumière ceux sur les Rotifères (qui lui ont fourni notamment sa Thèse de doctorat) et où il s'est montré un maître. L'anatomie précise de ces animaux, leur physiologie, leur cycle de reproduction, les rapports des différents groupes entre eux ont reçu des travaux de M. de Beauchamp des apports de première importance. En ce moment encore, l'auteur a établi des méthodes de culture pure, qui lui permettront d'étudier, sur de nombreuses formes où cela n'avait pas été possible jusqu'ici, les rapports de la reproduction amphigonique et de la parthénogenèse.

Non moins importantes sont les recherches de M. de Beauchamp sur les Turbellariés et spécialement sur les Triclades, également aux divers points de vue anatomique, taxonomique, faunistique, éthologique et biologique.

Nombre de formes nouvelles exotiques (en particulier de la région malaise) ont été décrites par lui et leur anatomie étudiée pour servir de base à la classification. A signaler spécialement l'étude de nombreuses espèces cavernicoles et de planaires terrestres. Dans ce groupe (comme chez les Rotifères), M. de Beauchamp étudie, sur diverses formes, les rapports de la reproduction sexuée ordinaire et de la multiplication asexuée.

En dehors de ces deux ordres de recherches, que M. de Beauchamp ne cesse de poursuivre, il y a lieu de mentionner des études intéressantes sur des groupes très variés : Protistes (Infusoires, Flagellés, Grégarines, etc.), Cœlentérés, Trématodes (*Isancystrum*), Cestodes, Archiannélides (*Dinophilus*, *Nerilla*), Gordiens, etc. M. de Beauchamp a été, en particulier, le premier à observer et décrire le développement des Gastérotriches (sur le genre *Neogossea*).

Il a fait aussi des études d'ensemble remarquables sur la faune littorale de nombreux points des côtes de France (Chausey, île de Bréhat, îles de Ré et d'Yeu, région de Saint-Jean-de-Luz), les plus importantes étant celles poursuivies à Roscoff et dont il a tiré un livre qui rend les plus grands services (*Les grèves de Roscoff*).

On lui doit encore l'organisation de la publication de *La Faune de France* qu'il a dirigée pendant une série d'années. De son enseignement à la Faculté de Dijon, il a tiré un excellent ouvrage didactique (*Leçons préliminaires de Zoologie*).

Le cadre de ce rapport ne permet pas d'entrer, comme il conviendrait, dans l'examen détaillé de ces travaux nombreux et divers, se recommandant par la précision de l'observation, par l'intérêt des points de vue et la continuité des idées directrices. M. **de Beauchamp** allie la connaissance approfondie de la Zoologie proprement dite, qui malheureusement se raréfie aujourd'hui, à celle des problèmes biologiques généraux actuellement en faveur. Son labeur persévérant fait le plus grand honneur à la Zoologie française. L'attribution du prix Cuvier sera une juste appréciation de son mérite.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION SAVIGNY.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, L. Bouvier, A. Lacroix, H. Douvillé, P. Marchal, C. Richet, F. Mesnil, M. Caullery; C. Gravier, rapporteur.)

La Commission propose de décerner un prix de 1500fr à M. **Marc André**, Assistant à la Chaire de Zoologie (Vers et Crustacés) du Muséum national d'Histoire naturelle, qui s'est consacré principalement à l'étude des Acariens. Il est devenu un excellent spécialiste pour ce groupe, en général délaissé, et ses nombreuses publications sont très appréciées à l'étranger.

Il a, en particulier, étudié diverses collections de ces Arachnides provenant de Tunisie et d'Algérie : il a aussi fait la révision des espèces rapportées de l'Égypte par Savigny et du nord de l'Afrique par Lucas.

Il a été chargé par le Gouvernement général de l'Algérie, en mai 1932, d'une mission qui avait pour but d'effectuer des recherches sur un Tétranyque, le Bou-Faroua, fort dangereux pour les palmeraies de dattiers dans le Sud-Algérien.

Il a publié également des travaux sur la systématique des Crustacés de diverses régions exotiques (Indochine et Ile Kerguelen) et sur la biologie de nos écrevisses françaises, soit indigènes, soit acclimatées.

M. **Marc André** poursuit actuellement l'étude des Acariens, recueillis par M. R.-Ph. Dollfus, dans la Mer Rouge.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, C. Achard, C. Nicolle; F. Mesnil, H. Vincent, A. Gosset et J.-L. Faure, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 2500fr à M. **Antoine Catanei**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur d'Alger, pour ses études sur les Mycoses et sur les Teignes;

Un prix de 2500fr à M. **Stefan Nicolau**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Paris, pour ses travaux sur la Rage;

Un prix de 2500fr à MM. **Michel Salmon**, chargé de cours et chef de travaux à la Faculté de Médecine de Marseille, et **Jacques Dor**, médaille d'or des Hôpitaux, prosecteur à la même Faculté, pour leur ouvrage intitulé : *Artères des muscles, des membres et du tronc;*

Une mention honorable de 1500fr est attribuée à Mlle **Germaine Amoureux**, assistante à l'Institut Pasteur, pour son ouvrage intitulé : *Recherches biochimiques sur* Bacterium tumefaciens *Smith et Townsend. Étude comparative de deux variétés de pouvoir pathogène différent;*

Une mention honorable de 1500fr est attribuée à M. **René Lançon**, ancien interne des Hôpitaux, pour son ouvrage intitulé : *Étude de l'intoxication par les Polypeptides;*

Une mention honorable de 1500fr est attribuée à M. **Seymour Nemours-Auguste**, chef du Service radiologique de l'Hospice Paul-Brousse, pour son ouvrage intitulé : *Radiologie de la vésicule biliaire. Étude anatomique, fonctionnelle et clinique;*

Une citation est accordée à M. **Raoul Palmer**, ancien interne des Hôpitaux, chef de travaux de gynécologie à la Faculté de Médecine, pour son ouvrage intitulé : *Physiopathologie des opérations sur le foie et les vaisseaux hépatiques. Le mécanisme des accidents;*

Une citation est accordée à MM. **Pierre Princeteau**, docteur en médecine, et **Henri Fischer**, ancien assistant de médecine opératoire à la Faculté, laryngologiste assermenté près la Préfecture de Bordeaux, pour leur ouvrage intitulé : *Les pseudarthroses du maxillaire inférieur;*

Une citation est accordée à M. **Pierre Uhry**, ancien interne des Hôpitaux, chef de clinique médicale à la Faculté de Paris, pour ses études expérimentales anatomo-pathologiques et thérapeutiques des paralysies diphtériques.

Rapport de M. Mesnil *sur les travaux de M.* **Antoine Catanei.**

M. **Catanei**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur d'Algérie, consacre depuis plusieurs années la majeure partie de son activité scientifique à la recherche et à l'étude des Mycoses algériennes.

On lui doit une étude des teignes humaines dans les grands groupes du Tell, des Hauts-Plateaux et du Sahara, portant sur plus de 9000 sujets, complétés par une étude des teignes animales. Il a pu ainsi découvrir un *Trichophyton* humain nouveau, dont il a fait une remarquable étude mor-

phologique, une nouvelle espèce de *Trichophyton* du mouton. Il a réalisé la teigne expérimentale du singe d'Algérie et montré que le transport par voie *endogène* est peu important.

On lui doit encore d'intéressantes contributions à l'étude des mycétomes, révélant de nouveaux agents pour un mycétome du pied à grains blancs et pour un mycétome maxillaire; l'étude de trois cas d'actinomycose, deux formes de blastomycose dues à des espèces nouvelles, d'un cas algérien de sporotrichose.

Il faut enfin signaler sa contribution à la connaissance des champignons de la cavité buccale et à la pathogénie de la langue noire pileuse.

Il y a là une œuvre considérable que votre Commission estime mériter, au premier chef, l'attribution d'un prix Montyon.

Rapport de M. Mesnil *sur les travaux de M.* **Stefan Nicolau**.

Spécialiste des maladies dues à des inframicrobes, M. **Nicolau** a présenté au jugement de l'Académie l'ensemble imposant de ses travaux sur la Rage. Nous ne pouvons que les résumer en quelques lignes.

M. Nicolau a insisté sur la notion de *septinévrite rabique* et, à l'appui de sa conception, a précisé la dissémination des germes rabiques dans l'organisme animal, qu'il s'agisse du virus fixé ou du virus des rues.

On lui doit une interprétation de la maladie du chien par rage autochtone de l'A. O. F. : il s'agit, d'après lui, d'un germe rabique à virulence atténuée. Il pense avoir réalisé, pour la première fois, la réversibilité du virus rabique fixe en virus des rues. Il a montré la présence de corps de Negri dans la rage à virus fixe, surtout au niveau des noyaux optiques basaux; il a établi avec beaucoup de précision, dans un mémoire bien illustré, la genèse des corps de Negri à partir des granules basophiles de Nissl. Il montre que la vaccination antirabique favorise la production non spécifique des anticorps agglutinants et hémolysants. Son étude de l'infection rabique expérimentale autostérilisée l'amène à une méthode d'immunisation cutanée contre la rage. Votre Commission juge que l'ensemble de ces contributions originales à une question déjà si fouillée mérite l'attribution à son auteur d'un prix Montyon.

Rapport de M. J.-L. Faure *sur le livre de MM.* **Michel Salmon** *et* **Jacques Dor** *intitulé :* Artères des muscles, des membres et du tronc.

L'ouvrage de MM. M. Salmon et J. Dor présente les résultats d'une étude très précise par artériographie.

Rapport de M. Gosset *sur l'ouvrage de M*[lle] **Germaine Amoureux** *intitulé :* Recherches biochimiques sur le *Bacterium tumefaciens* Smith et Townsend.

Dans ce travail, M[lle] Amoureux a cherché à comparer entre elles les deux variétés de *Bacterium tumefaciens*, l'une activée sur le Houblon, l'autre sur l'Anthémis, et toutes deux pathogènes pour *Pelargonium zonale*. Par des méthodes bactériologiques, par l'étude des propriétés biochimiques, par l'étude des diastases des deux variétés, l'auteur est arrivée à cette conclusion qu'il ne s'agit là que de variétés, et a fourni un travail intéressant.

Rapport de M. Vincent *sur le livre de M.* **René Lançon** *intitulé :* Étude de l'intoxication par les polypeptides.

L'auteur a fait des expériences intéressantes sur les modifications entraînées par l'ablation du foie sur le taux des polypeptides du sang. Celui-ci s'élève fortement chez le chien. Le foie exerce une action de dépuration du sang qui amène la destruction partielle de ces polypeptides.

Rapport de M. Gosset *sur l'ouvrage de M.* **Seymour Nemours-Auguste** *intitulé :* Radiologie de la vésicule biliaire. Étude anatomique, fonctionnelle et clinique.

Dans cet intéressant travail l'auteur, particulièrement compétent, fait l'étude anatomique, fonctionnelle et clinique de la vésicule biliaire et arrive à des conclusions nouvelles sur le fonctionnement de la vésicule.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, H. Vincent, C. Achard, C. Nicolle, A. Gosset, J.-L. Faure; L. Lapicque, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **René Moricard**, ancien interne des Hôpitaux, chef de clinique à la Faculté de Médecine de Paris, pour son ouvrage intitulé : *Proliférine sexuelle femelle. Contribution à l'étude de la fonction de la folliculine*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, C. Achard, C. Nicolle, A. Gosset, J.-L. Faure; H. Vincent, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Serge Metalnikov**, chef de service à l'Institut Pasteur, pour son ouvrage intitulé : *Rôle du système nerveux et des facteurs biologiques et physiques dans l'immunité.*

Les travaux de M. S. Metalnikov sur l'influence qu'exerce le système nerveux dans la production de l'immunité, reposent sur des expériences originales nombreuses faites en particulier sur les chenilles de Galleria. Elles s'immunisent facilement contre certains microbes pathogènes, même si elles sont privées de certains de leurs ganglions thoraciques ou ventraux; mais la destruction du 3e ganglion diminue rapidement leur immunité.

L'auteur a séparé par une ligature des fragments du corps de la chenille. Or la vaccination du segment antérieur se transmet dans ces conditions à la partie postérieure à laquelle il est relié seulement par la chaîne nerveuse. Si l'on détruit celle-ci, l'immunité n'est plus transmise.

M. **Metalnikov** a étudié également la production de l'immunité par des excitations externes conditionnelles.

Le système nerveux peut acquérir après immunisation la faculté d'exalter la sensibilité des cellules et des leucocytes.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, H. Vincent, C. Achard, C. Nicolle, A. Gosset, J.-L. Faure; L. Lapicque, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Robert Raynaud**, chef de clinique médicale à la Faculté d'Alger, pour son ouvrage intitulé : *Sur l'antagonisme fonctionnel entre les hormones ovariennes. Mécanisme de l'avortement folliculinique.*

L'Académie adopte la proposion de la Commission.

PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, H. Vincent, C. Achard, C. Nicolle, A. Gosset; J.-L. Faure et G. Bertrand, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

un prix de 8000^{fr} à MM. **Henri Bierry**, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, correspondant de l'Académie de Médecine, et **François Rathery**, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de Médecine, pour leur ouvrage intitulé : *Introduction à la physiologie des sucres. Applications à la pathologie et à la clinique;*

un prix de 2000^{fr} à M. **Léon Dérobert**, ancien interne des Hôpitaux, assistant au laboratoire de Médecine légale de la Faculté de Paris, pour son ouvrage intitulé : *De la carbonisation de la peau et de ses annexes* (*poils, ongles et dents*).

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, H. Vincent, C. Achard, C. Nicolle, J.-L. Faure; A. Gosset, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Louis Chauvois**, docteur en médecine, pour son ouvrage intitulé : *Circulation du sang* (*Schéma nouveau*).

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DUGASTE.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, H. Vincent, C. Achard, C. Nicolle, A. Gosset, J.-L. Faure.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, H. Vincent, C. Achard, C. Nicolle, A. Gosset, J.-L. Faure; L. Lapicque, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Marc Klein**, docteur en médecine, assistant à l'Institut d'Histologie de la Faculté de Médecine de Strasbourg, pour son ouvrage intitulé : *Le corps jaune de grossesse. Recherches histologiques et physiologiques*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, C. Achard, C. Nicolle, A. Gosset, C. Achard; H. Vincent, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Robert Tournier-Lasserve**, médecin commandant, pour son ouvrage intitulé : *Le Service de santé aux Armées*, ouvrage complet, donnant des instructions précises sur le fonctionnement médico-chirurgical pendant les opérations de guerre.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX ARGUT.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, H. Vincent, C. Achard, C. Nicolle, A. Gosset, J.-L. Faure.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX JEAN DAGNAN-BOUVERET.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, H. Vincent, C. Achard, C. Nicolle, J.-L. Faure; A. Gosset, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

un prix de 7500fr à MM. **Pierre Duval**, membre de l'Académie de Médecine, professeur à la Faculté, chirurgien des Hôpitaux, **Jean-Charles Roux**, ancien interne, et **Henri Béclère**, radiologiste des Hôpitaux, pour leur ouvrage intitulé : *Radiologie clinique du tube digestif. Estomac et duodénum;*

un prix de 7500fr à M. **René Ledoux-Lebard**, chargé de cours de radiologie clinique à la Faculté de Médecine de Paris, radiologiste des Hôpitaux, pour son *Manuel de radiodiagnostic clinique*.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

CANCER ET TUBERCULOSE.

FONDATION ROY-VAUCOULOUX.

(Commissaires : MM. C. Richet, H. Vincent, M. Caullery, L. Lapicque, A. Gosset, C. Gravier; F. Mesnil, rapporteur.)

La Commission propose de décerner un prix de 6000fr à M. **Jean Loiseleur**, attaché au laboratoire Pasteur de l'Institut du radium, pour ses recherches de physique et de chimie biologiques et leur application à la cancérologie.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LOUISE DARRACQ.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, É. Branly, C. Richet, E. Leclainche, H. Vincent, C. Achard, C. Nicolle, J.-L. Faure; F. Mesnil et A. Gosset, rapporteurs.)

La Commission propose de répartir les arrérages ainsi qu'il suit :

un prix de 3000^{fr} à M. **Albert Peyron**, ancien professeur à l'Université d'Aix-Marseille, directeur des recherches sur le Cancer à l'École des Hautes-Études, pour l'ensemble de ses travaux;

un prix de 1500^{fr} à M. **Jean Montpellier**, professeur agrégé à la Faculté de Médecine d'Alger, pour ses travaux sur les Tumeurs;

un prix de 1500^{fr} à M. **Georges Piraud**, ancien interne des Hôpitaux, pour son ouvrage intitulé : *La Notochorde. Embryologie générale et expérimentale. Vestiges et tumeurs.*

M. **Peyron** est un spécialiste des questions du cancer qu'il traite à la fois en anatomo-pathologiste et en embryogéniste. Il est devenu maître en ce domaine où il accumule nombre de faits nouveaux et intéressants, dont il a soumis à l'Académie le résumé allant de 1906 à 1930; il y a joint son « Précis des Tumeurs », récemment paru. Votre Commission est d'avis de lui attribuer la moitié des arrérages du prix Louise Darracq.

M. **Montpellier** est le collaborateur de M. Peyron pour les « Tumeurs du sein et les tumeurs de l'ovaire ». Le premier travail est une révision de la question avec démonstration de l'origine sudoripare et non sébacée des néoformations, et mise en évidence du rôle des cellules interstitielles dans la transmission des actions hormoniques d'origine utéro-ovarienne. Le second travail met surtout en évidence l'existence de tumeurs du type séminifère correspondant souvent à un hermaphrodisme glandulaire (ovotestis) ordinairement fruste ; il en découle des applications de radiothérapeutique : action stérilisante des rayons X. Votre Commission vous propose de décerner un prix de 1500^{fr} à M. Montpellier.

Enfin, M. **Piraud**, élève de M. Peyron, présente une excellente monographie sur la « Notochorde et ses tumeurs ». C'est à la fois un travail d'Embryogénie générale basée sur les données récentes concernant l'origine ectodermique de la Notochorde et le rôle des facteurs initiaux de

l'organisation du blastoderme, et d'autre part d'Anatomie pathologique : c'est la première étude d'ensemble des chordomes, avec révision de leur histogénèse basée sur l'embryologie et démonstration de la métaplasie épithélio-mésenchymateuse (transformation d'épithéliome en sarcome) ; il y a aussi une mise en évidence du traumatisme pour les tumeurs du coccyx. Votre Commission estime que ce travail très original mérite d'être récompensé par l'attribution d'un prix de 1500fr.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

FONDATION HENRIETTE RÉGNIER.

(Commissaires : MM. C. Richet, C. Gravier, H. Vincent, M. Caullery, L. Lapicque, A. Gosset; F. Mesnil, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la fondation à M. **Roger Laporte,** assistant à l'Institut Pasteur, pour ses travaux sur la tuberculose.

Les recherches histocytologiques de M. R. Laporte ont permis de distinguer les réactions allergiques des réactions anaphylactiques et les lésions tuberculeuses de surinfection des lésions primaires. Ses recherches bactériologiques portent sur la dissociation du bacille tuberculeux bovin dysgonique et lisse (S) en type eugonique rugueux (R). En collaboration avec M. A. Boquet, M. **R. Laporte** a étudié la tuberculose expérimentale de la plèvre.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX EUGÈNE ET AMÉLIE DUPUIS.

(Commissaires : MM. C. Richet, F. Mesnil, C. Gravier, H. Vincent, M. Caullery, L. Lapicque, A. Gosset.

Le prix n'est pas décerné.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, L. Mangin, F. Mesnil, C. Gravier, M. Molliard; C. Richet et L. Lapicque, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Antoine Jullien**, docteur ès sciences, assistant au laboratoire de physiologie de la Faculté des sciences de Lyon, pour l'ensemble de ses recherches physiologiques et son ouvrage intitulé : *Travaux pratiques de physiologie et principes d'expérimentation.*

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, L. Mangin, C. Richet, F. Mesnil, C. Gravier, L. Lapicque; M. Molliard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. l'Abbé **Jules Carles**, licencié ès lettres, docteur ès sciences, pour ses recherches sur le chimisme et la classification chez les Iris; l'auteur a attiré en particulier l'attention sur le fait important que les possibilités d'hybridation sont liées à l'affinité chimique des parents.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, L. Mangin, C. Richet, F. Mesnil, C. Gravier, M. Molliard; L. Lapicque, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Serge Tchakhotine**, docteur ès sciences, ex-professeur d'Université, pour ses études sur les méthodes et problèmes de la microexpérimentation cellulaire.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FANNY EMDEN.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, L. Mangin, C. Richet, F. Mesnil, C. Gravier, M. Molliard, L. Lapicque.)

Le prix n'est pas décerné.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. É. Picard, L. Lecornu, É. Borel, H. Lebesgue, J. Drach, C. Maurain; M. d'Ocagne, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Robert Gibrat**, ingénieur au Corps des Mines, pour ses travaux de statistique mathématique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. L. Bouvier, L. de Launay, Ch. Richet, É. Borel, M. Caullery, L. de Broglie; É. Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

le prix à M. **George Sarton**, fondateur et directeur de la revue *Isis*, membre associé de l'Institution Carnegie de Washington, pour ses trois

volumes sur une Introduction à l'Histoire des sciences depuis l'antiquité jusqu'à Roger Bacon;

un prix de 1000fr à M. **Henri L. Brugmans**, docteur de l'Université de Paris, pour son ouvrage intitulé : *Le séjour de Christian Huygens à Paris suivi de son Journal de voyage à Paris et à Londres.*

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

OUVRAGES DE SCIENCES.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, J. Perrin, É. Picard, É. Borel, C. Gravier, P. Janet; A. Lacroix, rapporteur .)

La Commission propose de décerner:

un prix à M. **Jean Villey**, professeur à la Faculté des sciences de Paris, pour ses publications de thermodynamique appliquée;

un prix à M. **Georges Darmois**, chargé de cours à la Sorbonne, pour son ouvrage intitulé : *Statistique et applications.*

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX JULES ET LOUIS JEANBERNAT ET BARTHELEMY DE FERRARI DORIA

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, J. Perrin, É. Picard, É. Borel, C. Gravier, P. Janet; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Marcel Abeloos**, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes, pour son intéressant livre sur *La régénération et les problèmes de la morphogenèse.*

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDAILLES.

MÉDAILLE BERTHELOT.

La médaille est décernée :

— à M. **René Fabre**, lauréat du prix Montyon des Arts insalubres;
— à M. **Edmond Vellinger**, lauréat du prix Houzeau.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX FONDÉ PAR L'ÉTAT.

Grand Prix des Sciences physiques.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, C. Barrois, H. Douvillé, H. Le Chatelier, M. Caullery; P.-A. Dangeard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Auguste Loubière**, docteur ès sciences, sous-directeur de laboratoire au Muséum national d'Histoire naturelle, pour ses recherches d'anatomie comparée végétale et de paléobotanique.

Par cette proposition, votre Commission entend récompenser un ensemble de recherches se rapportant à la paléontologie végétale, science malheureusement trop négligée aujourd'hui en France.

Parmi ces recherches, il y a lieu de signaler celles qui concernent les flores fossiles des Bassins du Midi et du Centre de la France : une exploration méthodique du Bassin d'Albi a fourni de nombreuses espèces intéressantes appartenant aux Lycopodiales, Sphénophyllades, Calamarices, etc.

L'existence dans cette même région d'une flore intermédiaire entre les flores westphallienne et stéphanienne est signalée pour la première fois.

M. Loubière s'est efforcé depuis plusieurs années d'établir une classification des Ptéridospermes, d'après l'anatomie comparée de leurs seules graines silicifiées, en *Acrocaryales*, *Mésocaryales* et *Nertocaryales*. Cette classification s'appuie sur les différents modes d'attaches du mégasporange dans le lobe séminal.

L'avenir dira si cette classification tient suffisamment compte du grand principe de la subordination des caractères; mais cet essai, en obligeant M. **Loubière** à étudier en détail un grand nombre de graines silicifiées, l'a conduit à une découverte remarquable dans le genre *Coleospermum*, plante phanérogame du Stéphanien.

Cette découverte s'apparente à celle d'Ikeno et Hirase qui ont autrefois fait connaître l'existence d'anthérozoïdes mobiles dans le *Gingko biloba*, qui est une Gymnosperme vivante.

Il existe toutefois certaines différences, lesquelles, si elles sont confirmées par ailleurs, en augmenteront sensiblement l'intérêt. C'est ainsi que chez le *Coleospermum stephanense* Loub., les anthéridies sont captées à l'intérieur même de l'ovule par une sorte de stigmate : le tube pollinique manque; les anthéridies laissent échapper des cellules anthéridiennes et celles-ci fournissent chacune deux anthérozoïdes destinés à assurer la fécondation.

Cette découverte, à elle seule, méritait de retenir l'attention de votre Commission.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. L. Lecornu, J. Hadamard, É. Goursat, É. Borel, H. Lebesgue, É. Cartan; É. Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Henri Cartan**, maître de conférences à la Faculté des sciences de Strasbourg, pour ses travaux d'Analyse mathématique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, L. Bouvier, P. Marchal, C. Richet, C. Gravier, M. Caullery; F. Mesnil, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Pierre Mollaret**, chef de clinique à la Salpêtrière, médecin des Hôpitaux de Paris, pour ses recherches sur la maladie de Friedreich (Hérédo-dégénération spino-médullaire) et son homologue chez le chien.

M. Mollaret a su faire une heureuse alliance de la clinique et du laboratoire dont il utilise les méthodes les plus modernes, aussi bien microbiologiques que neurophysiologiques. Il les a appliquées en particulier à la maladie de Friedreich, qui a fait l'objet de sa Thèse de doctorat en médecine il y a six ans, et qu'il n'a cessé d'étudier depuis. Une étude électromyographique et chronaxique lui a fait découvrir dans cette maladie une atteinte végétative bulbaire jusqu'alors ignorée. De même, les particularités de la formule chronaxique d'excitabilité lui ont permis de superposer le rôle du cervelet à celui de la paralysie; il a enfin mis en évidence des modifications cochléovestibulaires.

M. Mollaret montre, en plus, que la maladie de Friedreich constitue la synthèse de deux autres maladies, décrites séparément; l'ensemble peut s'appeler : *hérédo-dégénération spinocérébelleuse*. Enfin, M. **Mollaret** a découvert chez le chien une maladie familiale, identique cliniquement et anatomiquement à la maladie de Friedreich et il en a organisé l'étude à l'école d'Alfort.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, L. Bouvier, P. Marchal, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil, C. Gravier, L. Lapicque; M. Caullery, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Paul Wintrebert**, professeur à la Faculté des Sciences, pour ses travaux d'embryologie.

M. Paul Wintrebert poursuit, depuis plus de trente ans, avec une

activité qui ne s'est jamais ralentie, une œuvre féconde en résultats de haute importance, d'une remarquable unité de vues et d'une grande portée, qui, à l'heure présente, occupe une place éminente dans les problèmes les plus modernes et les plus généraux de l'embryogénie.

Il ne saurait être question ici de faire une analyse exhaustive de ses publications (1), mais seulement d'en indiquer les tendances et les résultats essentiels. Ses méthodes ont été, avant tout, *l'observation* méthodique du développement normal, à la fois des points de vue morphologique et fonctionnel, et conjointement l'expérimentation. Les Poissons et surtout les Amphibiens ont été son matériel d'études. Il a concentré son effort sur un petit nombre d'espèces, dont il pût connaître à fond les formes successives et le fonctionnement.

Un des résultats fondamentaux de ses recherches, ayant une portée considérable, a été la découverte de *fonctions embryonnaires transitoires* inattendues, que ne pouvait faire soupçonner la physiologie de l'adulte, seule étudiée jusqu'ici. Telles sont notamment *l'irritabilité ectodermique aneurale* des jeunes têtards d'Amphibiens (dont la peau reçoit et conduit des excitations sans le secours du système nerveux); — la *contraction aneurale rythmée des bandes musculaires latérales* du tronc, chez les embryons de Sélaciens, qui fait battre, comme des cœurs, les muscles reliés plus tard par le système nerveux au domaine volontaire de la vie de relation; — *l'éclosion, par digestion préalable de la coque de l'œuf*, opérée grâce à des glandes cutanées transitoires, chez des animaux de groupes variés (Poissons cartilagineux et osseux, Amphibiens, Mollusques Céphalopodes, etc.)

Il a été ainsi conduit à envisager, à chacun des stades du développement, des fonctions et corrélations fonctionnelles transitoires. L'embryon a ainsi, en quelque sorte, une série de physiologies particulières successives, correspondant aux divers stades de son évolution. M. Wintrebert en dégage cette notion suggestive que la fonction de l'organe en voie de développement est, en principe, distincte de celle de l'organe définitivement réalisé. Il donne ainsi un sens moderne et nouveau à la célèbre formule : la fonction crée l'organe, qu'il étend en disant : *la fonction crée l'organisme*.

Précisant graduellement ces conceptions par une série continue et bien enchaînée de recherches et de méditations, il est arrivé tout récemment à

---

(1) Nous renverrons aux deux exposés qu'il a publiés lui-même (1922 et 1935) de ses *Titres et Travaux scientifiques*.

représenter tout le développement comme une *épigénèse physiologique*, ou comme une chaîne de fonctions successives, notion nouvelle et fondamentale pour l'embryogénie tout entière, et qui jette une grande lumière dans les débats plus que séculaires entre la préformation (théorie de la mosaïque) et l'épigenèse. L'ontogenèse apparaît comme une suite ordonnée de fonctions transitoires, correspondant chacune à une forme et à une structure définie et génératrice des formes successivement réalisées.

Cette synthèse est plus particulièrement le résultat de recherches ininterrompues depuis de longues années sur une espèce d'Amphibiens, que M. Wintrebert a été le premier à introduire dans le domaine des études embryogéniques, le *Discoglossus pictus* Otth, ou grenouille peinte. Par l'observation simple, par l'emploi judicieux et perfectionné de la technique des marques colorées, par la méthode des coupes en série, par l'expérimentation proprement dite, il a fouillé minutieusement tous les stades du développement du Discoglosse, depuis la fin de la croissance de l'oocyte, les diverses phases de la fécondation, la formation des enveloppes de l'œuf, les étapes de la segmentation, jusqu'à l'achèvement de l'organogenèse et à l'éclosion de la larve. Cette étude lui a fourni, chemin faisant, nombre d'acquisitions nouvelles importantes : je me bornerai ici à signaler qu'il a pu ainsi retrouver, dans le développement des Amphibiens, la ligne primitive. Il a pu aussi expliquer, par le simple jeu des causes physiques actuelles, la réalisation de la symétrie bilatérale, la mise en place des matériaux actifs de l'œuf (constituant les localisations germinales envisagées jusqu'à lui sous le signe de la préformation), mettre en évidence le rôle des contractions cytoplasmiques dans la réalisation des changements de la forme, et situer tout naturellement l'apparition du centre organisateur de Spemann, etc.

Si l'embryogénie proprement dite des Amphibiens a été son champ d'études fondamental, M. Wintrebert n'en a pas moins fait appel à d'autres processus de la morphogenèse. C'est ainsi qu'on lui doit de très belles recherches sur la régénération (surtout celle des membres chez les Amphibiens), d'où s'est dégagée la notion que le système nerveux n'est pas l'architecte de la forme, notion qui a résisté victorieusement à diverses critiques étayées sur des faits nouveaux. M. Wintrebert a apporté aussi des contributions importantes à l'étude du déterminisme de la métamorphose chez les Amphibiens. Dès 1907, après avoir éliminé les théories en honneur (inanition, influence nerveuse, maturité génitale), il formulait l'idée qu'il fallait orienter les recherches vers le rôle des sécrétions internes.

La justesse de ces vues s'affirmait en 1912, par l'importante découverte, due à Gudernatsch, du rôle de l'hormone thyroïdienne dans le déclenchement de la métamorphose des Amphibiens.

Dans le domaine plus spécial de la morphologie, on doit à M. Wintrebert de belles contributions, parmi lesquelles je me bornerai à citer son étude approfondie de la structure et du développement de la voûte palatine des Batraciens urodèles. Il en a tiré, sur la phylogénie de ce groupe, des conclusions que la paléontologie est venue confirmer ultérieurement

M. Wintrebert est donc l'auteur d'une œuvre considérable et de qualité supérieure, où le souci des succès faciles n'est jamais intervenu, où le hasard ne joue aucun rôle, mais où les divers travaux s'enchaînent solidement les uns aux autres, par des idées directrices contrôlées par l'observation et l'expérimentation et qui aboutissent présentement à la conception féconde de l'ensemble du développement comme une épigénèse physiologique, conception qui doit s'étendre à la généralité des organismes. M. Wintrebert s'est donc fait une place originale et éminente dans l'étude des problèmes les plus vastes et les plus modernes de l'embryologie et de la biologie générale. La destination du prix Serres en faisait une récompense tout à fait appropriée pour l'ensemble de son œuvre.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MAUJEAN.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, C. Gravier, H. Vincent, M. Caullery, L. Lapicque; F. Mesnil, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à MM. **Maurice-Edme Courtois-Suffit**, médecin honoraire des Hôpitaux, inspecteur médical des poudreries nationales, et **Édouard Zedet**, ancien élève de l'École Polytechnique, ingénieur en chef des poudres, pour leur ouvrage intitulé : *Lutte contre les intoxications dans la fabrication des poudres et explosifs*, dont notre regretté confrère E. Roux a écrit la préface, et qui répond bien aux conditions du prix.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PETIT D'ORMOY.

Sciences mathématiques.

(Commissaires : MM. L. Lecornu, J. Hadamard, É. Borel, H. Lebesgue, E. Fichot, É. Cartan; É. Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Maurice Fréchet**, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PETIT D'ORMOY.

Sciences naturelles.

(Commissaires : MM. L. Bouvier, A. Lacroix, H. Douvillé, L. Mangin, F. Mesnil, C. Gravier; P.-A. Dangeard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **René Maire**, Correspondant de l'Académie des Sciences, professeur à la Faculté des Sciences d'Alger.

M. le Dr **René Maire**, entouré des élèves qu'il a formés et dont beaucoup sont devenus ses collaborateurs, a consacré son activité à l'étude de la flore phanérogamique et cryptogamique de nos possessions de l'Afrique du Nord.

Les nombreuses Notes et Mémoires qu'il a publiés, les belles collections qu'il a réunies, représentent une œuvre scientifique considérable et d'un intérêt pratique très grand pour nos colonies.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. É. Picard, M. Hamy, É. Borel, M. d'Ocagne, H. Lebesgue, É. Cartan; A. Cotton, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Jean-Jacques Trillat**, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon, pour ses travaux sur l'étude des applications des rayons X et de la diffraction électronique à l'étude de la structure des matières organiques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, L. Mangin, C. Richet, E. Leclainche, F. Mesnil; G. Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Augustin Damiens**, professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, pour ses travaux sur le Brome normal chez les animaux et les végétaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HENRY WILDE.

(Commissaires : MM. É. Picard, H. Deslandres, M. Hamy, É. Borel, G. Bertrand, J. Perrin; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner un prix de 4000fr à MM. **Paul Bertrand** et **Pierre Pruvost**, professeurs, **Paul Corsin**, assistant de paléobotanique, **Gérard Waterlot**, assistant de géologie à la Faculté des Sciences de Lille, pour leur remarquable étude des formations houillères de la Sarre et de la Lorraine; comprenant la description géologique (P. Pruvost), la description de la flore (P. Bertrand et Corsin), de la faune (G. Waterlot) et l'étude microscopique des charbons (A. Duparque).

Antérieurement, MM. G. Friedel et E. Siviard avaient publié un bel atlas des plans miniers et des coupes du Bassin.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GUSTAVE ROUX.

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, J. Perrin, É. Picard, C. Lallemand, L. Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Henri Nouvel**, docteur ès sciences, pour ses recherches sur la cytologie, la physiologie et la biologie des Dicyémides.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX THORLET

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, J. Perrin, É. Picard, C. Lallemand, L. Bouvier ; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Paul Dorveaux**, docteur en médecine, bibliothécaire en chef honoraire de la Faculté de Pharmacie.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MARQUET.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, P.-A. Dangeard, F. Mesnil, M. Molliard, R. Fosse, C. Jacob ; H. Le Chatelier, rapporteur.)

M. **Pierre Chevenard**, professeur à l'École nationale des mines de Saint-Étienne, directeur des Recherches scientifiques à la Société de Commentry, Fourchambault et Decazeville, a été pendant vingt-cinq ans attaché à l'usine d'Imphy, appartenant à la même société. Il y a créé un laboratoire d'études, dont l'équivalent n'existe certainement dans aucune autre usine métallurgique. La précision extrême de ses mesures sur les propriétés mécaniques, dilatométriques et magnétiques des aciers lui a valu une réputation mondiale.

Au récent Congrès international de la métallurgie, réuni à Paris au mois d'octobre dernier, Sir Robert Hadfield délégué de la métallurgie anglaise, Membre de la Société Royale de Londres et Correspondant de notre Académie, a rendu un magnifique hommage à la valeur des recherches de M. Chevenard. Dans son rapport sur les progrès des aciers spéciaux dans ces vingt-cinq dernières années, comportant 22 pages, il a consacré deux pages et demie à la bibliographie des seuls travaux de M. Chevenard.

Ces études ont conduit M. Chevenard à la découverte de deux nouveaux aciers, ou plus exactement de deux alliages, car il y entre très peu de fer. L'un dit ATG est peu oxydable et convient pour la construction des turbines à gaz, l'autre dit BTG a servi à notre confrère M. Claude pour la réalisation de la synthèse de l'ammoniac par les hyperpressions. Ce métal possède encore à 600° une ténacité considérable.

M. Chevenard a inauguré des méthodes de travail très originales. Le travail scientifique est toujours très difficile pour les ingénieurs d'usine

qui n'ont pas, comme les professeurs d'Université des loisirs à heure fixe, leur permettant de se livrer à des recherches de laboratoire. Ils doivent employer des manœuvres travaillant sous leur direction intermittente. Ne voyant pas leurs expériences, ils ne peuvent pas saisir au vol les incidents imprévus qui sont l'origine la plus fréquente des découvertes scientifiques intéressantes. M. Chevenard combine pour chaque série nouvelle d'expériences un appareil enregistreur spécial, ne laissant aucune initiative à l'opérateur. Il est assuré ainsi de pouvoir retrouver après coup sur les courbes enregistrées tous les incidents imprévus qui peuvent être intéressants à étudier. Les appareils une fois employés sont rangés dans des vitrines dont l'ensemble constitue un musée très curieux.

Au cours de ces combinaisons d'appareils, il a inventé un nouveau dispositif dilatométrique avec miroir porté sur trois articulations, qui est devenu aujourd'hui d'usage général dans les laboratoires, où il rend les plus grands services.

En raison des services importants que les recherches scientifiques de M. **Chevenard** ont rendus à l'industrie de notre pays, tant par la découverte de nouveaux aciers que par le perfectionnement de nos connaissances au sujet de métaux déjà connus, la Commission vous propose de lui attribuer le prix Marquet.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

PRIX LAPLACE.

Le prix est décerné à M. **François Mialaret**, né à Bordeaux le 9 septembre 1914, sorti premier de l'École Polytechnique.

PRIX L.-E. RIVOT.

Le prix est partagé entre les quatre élèves dont les noms suivent, sortis en 1935, avec le n° 1 ou 2, de l'École Polytechnique, dans les corps des Mines et des Ponts et chaussées :

M. **François Mialaret**, entré premier à l'École des Mines, reçoit 750fr.
M. **Albert Denis**, entré second à l'École des Mines, reçoit 500fr.
M. **Jean Courbon**, entré premier à l'École des Ponts et chaussées, reçoit 750fr.
M. **Jacques Boué**, entré second à l'École des Ponts et chaussées, reçoit 500fr.

FONDS GÉNÉRAUX DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

FONDATION TRÉMONT.

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, J. Perrin, É. Picard, A. Lacroix, C. Lallemand, L. Bouvier.)

Les arrérages ne sont pas attribués.

FONDATION GEGNER.

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, J. Perrin, É. Picard, A. Lacroix, C. Lallemand, L. Bouvier.)

Les arrérages ne sont pas attribués.

FONDATION HIRN.

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, J. Perrin, A. Lacroix, C. Lallemand, L. Bouvier; É. Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Georges Giraud**, professeur en congé à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, pour ses travaux sur les singularités dans les problèmes aux limites de la théorie des équations aux dérivées partielles.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION HENRI BECQUEREL.

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, É. Picard, A. Lacroix, C. Lallemand, L. Bouvier; J. Perrin, rapporteur.)

La Commission propose de décerner un prix à Mlle **Yvette Cauchois**, chargée de recherches à la Caisse nationale des sciences, pour ses travaux sur la spectrographie des rayons X et γ.

Dans un domaine où s'étaient illustrés des savants tels que Maurice de Broglie et Siegbahn, celui de la spectrographie des rayons X et des rayons γ, Mlle **Yvette Cauchois** a réussi à renouveler la technique scientifique en imaginant et réalisant un spectrographe utilisant des sources vues sous angle notable par transmission *au travers* de cristaux courbes. Ce spectrographe est beaucoup plus lumineux et au moins aussi précis que les meilleurs spectrographes jusqu'ici réalisés.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION LOUTREUIL.

(Membres du Conseil : MM. P.-A. Dangeard, É. Picard, C. Lallemand, H. Le Chatelier, P. Janet; A. Lacroix, rapporteur.)

L'Académie a reçu 43 demandes. Après avis du Comité consultatif de la Fondation, le Conseil a décidé d'accorder les 29 subventions qui vont être énumérées suivant leur nature.

I. *Recherches sur des questions déterminées.*

2000^fr à MM. **Pierre Viala**, membre de l'Académie des Sciences, et **Paul Marsais**, professeur à l'Institut national agronomique, pour l'étude des meilleures méthodes de lutte contre les ennemis de la Vigne, et plus spécialement contre le Mildiou.

3000fr à M. **Maurice Pierre**, chef de travaux à l'École nationale vétérinaire de Lyon, pour ses recherches sur le mécanisme du vomissement.

2000fr à MM. **Armand Tapernoux**, professeur, et **Robert Vuillaume**, chef de travaux à l'École nationale vétérinaire de Lyon, pour leurs travaux sur l'hydrolyse diastasique dans l'organisme des principes actifs des tourteaux de Lin et sur l'action des amines dans l'organisme.

3000fr à MM. **Jean Sendrail**, professeur, et **Robert Lasserre**, chef de travaux agrégé à l'École nationale vétérinaire de Toulouse, pour leur étude des funiculites aiguës de castration chez les Solipèdes.

3000fr à M. **Charles Hervieux**, professeur à l'École nationale vétérinaire de Toulouse, pour ses recherches sur le passage dans la sueur des chromogènes indoxyliques, issus des putréfactions dans l'intestin, chez les animaux domestiques.

2000fr à M. **James Dantzer**, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, pour ses essais d'élasticité et d'épreuves d'usure des fils textiles.

2000fr à M. **André Aron**, professeur agrégé au Lycée de Mulhouse, pour ses recherches sur les lames métalliques minces.

2000fr à M. **Vladimir Frolow**, ingénieur-docteur de l'Université de Paris, pour ses recherches d'hydrologie dans le bassin de la Loire, et notamment l'examen de l'évolution du modèle du lit liée aux déplacements des bancs et chenaux.

5000fr à M. **Pierre Jolibois**, professeur à l'École nationale des Mines, président de la Société chimique de France, pour ses études sur l'électrolyse des solutions salines sous des tensions élevées.

2000fr à M. **Raoul Lecoq**, pharmacien-chef et directeur du laboratoire de l'Hôpital de Saint-Germain-en-Laye, pour ses recherches sur les vitamines et plus spécialement sur les déséquilibres alimentaires.

5000fr à MM. **Louis Leprince-Ringuet** et **Pierre Auger**, pour leurs études des rayons cosmiques effectuées à l'Observatoire du Jungfraujoch.

Recherches à effectuer dans la France d'outre-mer et les pays sous mandat français.

10000fr à M. **Pierre Allorge**, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, comme contribution à une mission aux Antilles françaises, pour l'étude de leurs Cryptogames. M. Allorge doit être accompagné de plusieurs de ses élèves.

3000fr à M. **Georges Waterlot**, explorateur, pour un voyage d'études préhistorique et ethnographique en Mauritanie, Sénégal, Soudan français, Guinées française et portugaise.

II. *Achat de matériel de laboratoire.*

4000fr à M. **Léon Guillet**, membre de l'Académie des Sciences, professeur au Conservatoire national des arts et métiers, pour l'achat d'une micro-machine, destinée à des essais mécaniques de traction, flexion et cisaillement.

7000fr à l'**Institut national agronomique**, pour l'aider à l'édification d'une serre.

5000fr à M. **Casimir Monteil**, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, pour l'achat d'un moteur Diesel.

5000fr à M. l'Abbé **Pierre Fremy**, docteur ès sciences, professeur à l'Institut libre de Saint-Lô, lauréat de l'Académie, pour compléter le matériel du laboratoire où il poursuit des recherches sur les Algues cyanophycées.

4000fr à M. **André Paillot**, directeur de la Station de zoologie agricole du Sud-Est, pour l'acquisition de dispositifs microscopiques nécessaires à ses recherches sur l'histologie et la cytologie normales et pathologiques des Insectes.

III. *Publications.*

5000^{fr} à la **Fédération française des Sociétés de sciences naturelles**, comme contribution à la publication de la *Faune de France*.

3000^{fr} à M. **Joseph Monestier**, pour l'impression d'un mémoire sur les *Ammonites du Domérien de la région sud-est de l'Aveyron et de quelques régions de la Lozère*.

3000^{fr} à M. **Remy Perrier**, professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Paris, pour contribuer à l'achèvement de la publication de sa *Faune de France* en tableaux synoptiques illustrés.

2000^{fr} à M. **Marc Simonet**, maître de recherches à la Caisse nationale des Sciences, pour la reproduction à l'aquarelle d'une collection d'*Iris*.

4000^{fr} à la **Société des Amis d'André-Marie Ampère**, pour l'aider à la publication du journal et de la correspondance d'Ampère, à l'occasion du centenaire de sa mort.

10000^{fr} au **Comité de Physique du Globe des colonies**, pour la publication des *Annales de Physique du Globe de la France d'outre-mer*.

IV. *Subventions à des bibliothèques.*

6000^{fr} à l'**École Polytechnique**.

6000^{fr} à l'**École nationale vétérinaire d'Alfort**.

3000^{fr} à l'**École nationale vétérinaire de Lyon**.

3000^{fr} à l'**Institut national agronomique**.

1000^{fr} à la **Société française des Électriciens**.

L'ensemble des subventions accordées s'élève à la somme de 115000^{fr}. Nous en donnons la récapitulation dans le tableau suivant :

1° *Recherches sur des questions déterminées.*

MM. Pierre Viala et Paul Marsais	fr 2000	
M. Maurice Pierre	3000	
MM. A. Tapernoux et R. Vuillaume	2000	
MM. J. Sendrail et R. Lasserre	3000	
M. Ch. Hervieux	3000	
M. James Dantzer	2000	31000
M. André Aron	2000	
M. Vladimir Frolow	2000	
M. Pierre Jolibois	5000	
M. Raoul Lecoq	2000	
MM. Leprince-Ringuet et P. Auger	5000	

Recherches à effectuer dans la France d'outre-mer.

M. Pierre Allorge	10000	13000
M. Georges Waterlot	3000	

2° *Achat de matériel de laboratoire.*

M. Léon Guillet	4000	
Institut national agronomique	7000	
M. Casimir Monteil	5000	25000
M. l'Abbé Pierre Frémy	5000	
M. André Paillot	4000	

3° *Publications.*

Fédération française des Sociétés de sciences naturelles	5000	
M. Joseph Monestier	3000	
M. Remy Perrier	3000	
M. Marc Simonet	2000	27000
Société des Amis d'André-Marie Ampère	4000	
Comité de Physique du Globe des colonies	10000	

4° *Subventions à des bibliothèques.*

École Polytechnique	6000	
École nationale vétérinaire d'Alfort	6000	
École nationale vétérinaire de Lyon	3000	19000
Institut national agronomique	3000	
Société française des Électriciens	1000	
Total		115000

FONDATION Mme VICTOR NOURY.

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, J. Perrin, C. Lallemand, L. Bouvier; É. Picard et A. Lacroix, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

un prix de 3000fr à M. **Jean Delsarte**, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, pour ses travaux d'analyse mathématique;

un prix de 2500fr à M. **Jean Wyart**, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris, pour ses travaux sur la constitution des zéolites;

un prix de 2000fr à M. **Ferdinand Angel**, assistant de zoologie au Muséum national d'Histoire naturelle, pour sa description la faune herpétologique de l'Afrique occidentale;

un prix de 2000fr à M. **Georges Deflandre**, directeur des *Annales de Protistologie*, pour ses travaux sur les Protistes et en particulier sur les Flagellés, conservés dans les silex;

un prix de 2000fr à M. **Jean Lecomte**, docteur ès sciences, pour ses recherches sur le spectre infrarouge.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

FONDATION CHARLES FRÉMONT.

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, J. Perrin, É. Picard, C. Lallemand, L. Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner un prix de 2500fr à M. **André Paillot**, directeur de la Station de zoologie agricole du Sud-Est, à Saint-Genis-Laval, pour ses travaux d'entomologie appliquée.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATIONS SPÉCIALES.

FONDATION LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. P.-A. Dangeard, J. Perrin, É. Picard, C. Lallemand, L. Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la Fondation à Mme **Gabriel Cusco**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

LECTURE.

M. Émile Picard, Secrétaire perpétuel, lit une Notice sur *L'évolution des idées sur la lumière et l'œuvre d'Albert Michelson, Associé étranger de l'Académie.*

A. Lx et É. P.

TABLEAU DES PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS.

ANNÉE 1935.

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

GÉOGRAPHIE.

NAVIGATION.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ÉCONOMIE RURALE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

CANCER ET TUBERCULOSE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 DÉCEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. JEAN PERRIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** rappelle la perte que l'Académie a subie depuis la dernière séance ordinaire en la personne de M. **Victor Grignard**, mort à Lyon, le 12 décembre 1935. M. le Président **Dangeard** lui a rendu hommage, lundi dernier, en la séance annuelle de l'Académie.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** adresse ampliation du décret, en date du 10 décembre 1935, qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Charles Pérez** pour occuper, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, la place vacante par le décès de M. *Louis Joubin*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Charles Pérez** prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation de quelques composés carbonylés par le nickel et le nickel platiné. Influence d'un alcali.* Note de MM. **Marcel Delépine** et **Alain Horeau**.

Ayant eu à hydrogéner de l'acide pinonique pour le transformer en l'acide-alcool correspondant, avec le nickel obtenu par décomposition de l'alliage Ni-Al à 33 pour 100 de Ni (Nickel Raney, sauf que celui-ci est indiqué par Raney comme étant obtenu avec de l'alliage à 50 pour 100), nous avons vu que l'hydrogénation ne s'effectuait bien que lorsque l'acide était

non seulement saturé par la soude, mais encore lorsqu'il y avait un excès de soude.

Comme l'un de nous a montré que l'acide pinonique, sous l'influence d'un excès d'alcali, se transforme en acide *trans* et que l'interprétation la plus simple de ce phénomène est qu'il y a production transitoire d'une forme énolique (¹), nous avions pensé que c'était cette forme énolique qui se trouvait ainsi plus facile à hydrogéner. De là l'idée assez naturelle d'hydrogéner diverses cétones à la faveur d'un alcali.

En fait, nous avons obtenu des résultats intéressants dans cette direction en opérant simplement à la température et à la pression ordinaires. Telle cétone qui s'hydrogène assez lentement avec le nickel seul, en milieu alcoolique, fixe l'hydrogène beaucoup plus activement après addition d'alcali. C'est le cas de l'acétone, de la méthyl-éthyl-cétone, de la méthyl-nonyl-cétone, de l'acétophénone, de la dimétho-2-4-phénylhexanone-2, de la cyclohexanone. Par exemple :

a. 10^{g} de méthyl-éthyl-cétone dans 60$^{cm^3}$ d'alcool à 96°, en présence de 5^{g} de nickel, sans alcali, fixent 25$^{cm^3}$ d'hydrogène par minute; avec 0$^{cm^3}$,4 de lessive de soude à 400^{g} au litre, on fixe 100$^{cm^3}$, et la réaction est achevée en 1 heure, s'arrêtant complètement après fixation de H^2.

b. 17^{g} de méthyl-nonyl-cétone dans 60$^{cm^3}$ d'alcool en présence de 5^{g} de nickel sans alcali, fixent au plus 15$^{cm^3}$ d'hydrogène par minute; avec 0$^{cm^3}$,2 de lessive de soude, on fixe 70$^{cm^3}$ pour s'arrêter nettement à la formation de l'alcool secondaire.

c. 20^{g} de cyclohexanone dans 50$^{cm^3}$ d'alcool à 96°, avec 10^{g} de nickel, fixent 15$^{cm^3}$ d'hydrogène par minute sans alcali, puis 140$^{cm^3}$ après addition de 1$^{cm^3}$,5 de lessive de soude. La distillation du produit hydrogéné conduit bien au cyclohexanol.

Il semblait logique d'interpréter cette fixation comme corrélative de l'énolisation, mais nous avons dû renoncer à cette idée sous sa forme simple, car la benzophénone, le benzile, donnent des résultats du même ordre sans qu'on puisse invoquer une énolisation. La benzophénone (28^{g} de cétone, 60$^{cm^3}$ d'alcool, 10^{g} de Ni) fixe, seule, 65$^{cm^3}$ d'hydrogène par minute, pour passer à plus du double avec 0$^{cm^3}$,1 de lessive de soude. Pour le benzile (11^{g}), la fixation d'une première molécule d'hydrogène se fait très rapidement (140$^{cm^3}$ par minute), pour tomber aux environs de 40$^{cm^3}$; à ce moment, 0$^{cm^3}$,5 de soude remonte l'absorption à une moyenne de 180$^{cm^3}$ par

(¹) M. Delépine, *Compte rendu du 60e Congrès des Sociétés savantes*, Paris, 1927, p. 12.

minute, redonnant ainsi une observation faite à propos de la benzoïne qui, de 100$^{cm^3}$ par minute au début, passe à 200$^{cm^3}$ par adjonction de 0$^{cm^3}$,5 de lessive de soude.

Pour d'autres cétones à fonction complexe comme l'éther acétylacétique, l'éthyl-acétylacétate d'éthyle, l'acide lévulique, les différences sont également considérables. Par exemple, pour l'éther acétylacétique (13^g et 5^g de Ni), passage de 18$^{cm^3}$ à 100$^{cm^3}$, par addition de 0$^{cm^3}$,5 de soude.

Dans d'autres cas, comme l'oxyde de mésityle, la méthylhepténone, la benzylidène-acétone, une première molécule d'hydrogène se fixe très rapidement, la seconde n'entrant en jeu qu'après addition d'alcali. Exemple : méthylhepténone (26^g + 10^{g}Ni) début sans alcali à 150$^{cm^3}$ par minute, pour arriver à 40$^{cm^3}$ et repartir à 180$^{cm^3}$ après addition de 0$^{cm^3}$,5 de soude; benzylidène-acétone (15^g + 10^{g}Ni), départ à 300$^{cm^3}$, chute à 25$^{cm^3}$; nouveau départ à 150$^{cm^3}$ pour 0$^{cm^3}$,5 de soude. Les aldéhydes : crotonique, benzoïque, salicylique, *p*-oxybenzoïque et des corps tels que le galactose, le lévulose, la diéthylamino-1-pentanone-4, conduisent à des observations comparables aux précédentes.

La présence de l'alcali pour l'augmentation de la vitesse est nécessaire. Dans quelques expériences, nous avons vu que si l'on passait en milieu acide, par addition d'acide acétique, la chute de la vitesse d'absorption était considérable.

L'action favorisante des alcalis dans les hydrogénations a été déjà signalée. C'est ainsi que Carothers et Adams (1), lors des belles expériences faites avec leur oxyde de platine, ont montré que vis-à-vis de l'aldéhyde benzoïque des additions de soude très faibles provoquent une hydrogénation plus rapide, avec toutefois un léger temps d'induction que nous n'avons pas observé avec le nickel. Ils opéraient sous 3^{atm},3 avec un système d'appareillage approprié. On pourrait aussi citer Cake (2) qui n'observe de fixation d'hydrogène sur le glucose en présence de noir de platine que dans un milieu alcalin. Un brevet de I. G. Farbenindustrie (3) recommande aussi les alcalis pour hydrogéner les sucres avec du nickel sous forte pression, à température élevée (130°), etc.

Kelber (4) s'est servi du nickel en présence d'alcali pour déshalogéner

---

(1) W. H. Carothers et R. Adams, *J. Am. Chem. Soc.*, 47, 1925, p. 1047; 46, 1924, p. 1675.

(2) W. E. Cake, *J. Am. Chem. Soc.*, 44, 1922, p. 859.

(3) Brev. franç., n° 694424 (publié le 3 décembre 1930).

(4) *Ber. chem. Gesells.*, 50, 1917, p. 1868.

des combinaisons organiques par l'hydrogène. La plupart des opérations faites avec le nickel Raney par Adkins et ses collaborateurs ont été effectuées sous pression; dans quelques cas [1], l'addition de soude a été envisagée, mais dans un autre esprit.

On peut augmenter encore l'activité du nickel par le platinage. Des expériences on montré que l'on platine efficacement le nickel en suspension dans l'eau et bien agité, simplement en le traitant par une solution étendue d'un chloroplatinate alcalin. Le nickel décompose aussitôt le chlorosel et fixe le platine; une proportion de $0^g,015$ pour 5^g de nickel dans l'hydrogénation de l'éther acétylacétique suffit pour augmenter notablement la vitesse d'absorption de l'hydrogène par rapport au nickel seul et cette vitesse s'accroît encore à son tour en présence de soude. On a eu, par exemple :

	Vitesse/minute.		Vitesse/minute.
Ni seul....................	18^{cm^3}	Ni, Pt....................	22^{cm^3}
Ni + $0^{cm^3},5$ de soude.......	95	Ni, Pt + $0^{cm^3},5$ de soude.....	175

En augmentant la quantité de platine progressivement à $0^g,03$, $0^g,12$, $0^g,25$, les vitesses avec la soude ont été respectivement de $175\text{-}180^{cm^3}$, 195^{cm^3} et 195^{cm^3}, c'est-à-dire du même ordre, comme si une couche très mince de platine ne gagnait rien à être renforcée. Dans le cas où l'on a employé $0^g,015$ de platine, celui-ci a presque doublé la vitesse des 5^g de nickel. Pour un gramme utilisé de la même façon, l'augmentation de vitesse eût correspondu à une fixation supplémentaire de 5^l d'hydrogène à la minute. On a donc ainsi une façon très commode de préparer un platine catalytique.

Dans quelques essais, Paal [2] et ses collaborateurs ont également platiné ou palladié du nickel, du cobalt, du magnésium, etc.; ils se bornent à constater que dans le cas du palladium, le magnésium, le nickel et le cobalt sont sans influence (anticatalytique); que dans le cas du platine, il en est de même du magnésium et du nickel, alors que d'autres supports suppriment nettement la faculté d'hydrogénation du palladium et du platine.

Nous avons pu vérifier sommairement que le nickel avait son action nettement renforcée par dépôt de palladium, de rhodium et de ruthénium, sans atteindre les effets du platine.

En résumé, par l'adjonction d'alcali, voire même de platine, le nickel

---

(1) Covert, Conor et Adkins, *J. Am. Chem. Soc.*, 54, 1932, p. 1651.

(2) C. Paal et A. Karl, *Ber. chem. Gesells.*, 44, 1911, p. 1013; C. Paal et E. Windisch., *Ibid.* 46, 1913, p. 4010.

Raney, permet l'hydrogénation plus aisée des composés carbonylés sous la pression atmosphérique et nous estimons qu'il rendra ainsi service pour la réduction de ces composés. Le détail des expériences sera publié dans un autre Recueil.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Transformation centrifuge d'une lame mince de sulfure de cuivre sous l'influence du cuivre métallique; arrêt de cette transformation par un écartement de* 1 *Angström.* Note de M. **Henri Devaux.**

On sait qu'une solution de sulfate de cuivre sur laquelle on envoie de l'air chargé d'hydrogène sulfuré se recouvre instantanément d'une lame de sulfure cuivrique CuS.

Cette lame se présente sous l'aspect d'un voile brun clair uniforme, transparent, qui réfléchit fortement la lumière, et est absolument imperméable à H^2S car il ne subit aucun épaississement même si l'action de H^2S est prolongée pendant 45 jours consécutifs (1). L'épaisseur est de 1 à 2.10^{-6} cm et comprend 30 à 60^{mol}. Malgré sa minceur ce voile se conserve sans altération apparente en présence de l'air, ou à sec sur une feuille de papier.

Or, au contact du cuivre métallique ce même voile présente immédiatement une réaction singulière. Il suffit, pour le constater, de laisser tomber sur le voile récemment formé sur une solution de sulfate de cuivre quelques fragments de cuivre coupés dans une lame mince ou dans un fil de ce métal. Ces fragments étant légers restent à la surface, retenus par la lame de CuS, qu'ils dépriment un peu en la plissant à peine.

Aussitôt on voit, au contact du cuivre, le voile changer de couleur et d'éclat : il était brunâtre, il devient bleu d'acier en lumière réfléchie et son éclat est plus fort que celui du reste du voile; au bout de 15 à 20 secondes l'auréole est très visible, elle grandit de plus en plus, son rayon atteint 1^{cm} en quelques minutes et dépasse 10^{cm} au bout de quelques heures. Des plissements rayonnants très fins couronnent l'extérieur de la région ainsi transformée.

L'étude du phénomène a permis d'établir les points suivants :

1° pour qu'il se produise il est nécessaire que les fragments de cuivre touchent la lame de sulfure; le contact avec la solution ne suffit pas;

---

(1) H. Devaux, *Bull. Soc. franç. de Physique,* n° 156, 1921, p. 5.

2° il faut également que la solution cuivrique existe sous le voile; si on la remplace par de l'eau distillée l'action s'arrête complètement; si l'on remplace l'eau par une solution de KCl ou $CaSO^4$ elle reprend à peine puis s'arrête totalement de nouveau;

3° il faut aussi qu'il y ait continuité de la lame de sulfure, une fissure, même très étroite, arrête complètement l'extension de l'auréole bleue;

4° le cuivre ne peut être remplacé par un métal précieux, or ou platine; il peut être remplacé par Fe, Zn, Ni, Al, Sn, parce que ces métaux se recouvrent de cuivre au contact de la solution; c'est ce cuivre qui agit alors;

5° en rendant la propagation parallèle, on constate que, sauf au début, elle est sensiblement proportionnelle à la racine carrée du temps, comme la diffusion des substances, mais avec une constante beaucoup plus grande.

Étude du contact. — L'arrêt absolu du phénomène par une fissure quelconque dans le voile, même très étroite, montre la nécessité de la continuité du voile, c'est-à-dire du contact intime de toutes ses parties. Les expériences suivantes en donnent encore mieux la démonstration :

1° Je produis sur la solution de sulfate de cuivre une lame générale de CuS, puis j'enlève la moitié de cette lame au moyen d'une feuille de papier et je brise le reste en fragments épars qui flottent isolément sur la solution. Une petite lame de cuivre est déposée sur l'un d'eux. Immédiatement la transformation bleue centrifuge s'effectue et bientôt elle a envahi tout le fragment; mais elle ne s'étend pas du tout aux autres. Si à ce moment on amène un fragment non transformé au contact de celui qui est devenu bleu, la transformation s'y propage aussitôt à partir du point de contact.

2° On peut aussi briser le voile général par une vive agitation, en petits fragments, n'ayant que de 1 à 3^{mm}; l'ensemble forme une mosaïque flottante sans consistance. Je pose quelques fragments d'une lame de cuivre métallique sur le même liquide au milieu de la mosaïque. Je constate alors que les fragments de CuS, même les plus voisins, ne subissent aucune modification. Mais dès qu'on resserre la surface de manière à rapprocher les fragments jusqu'à se toucher et à former une couche à peu près continue, la transformation se produit au contact du cuivre et se propage de proche en proche moins vite cependant qu'à travers un voile intact.

3° On peut pousser beaucoup plus loin cette expérience et en faire *une méthode délicate d'observation du contact entre les molécules elles-mêmes.* J'effectue sur la solution de sulfate de cuivre un voile extrêmement léger,

monomoléculaire, au moyen de traces d'H^2S, de manière à obtenir juste le commencement de la rigidité; un tel voile est nettement visible quoique son pouvoir réfléchissant soit faible. Des fragments de cuivre y étant alors déposés, on constate qu'aucune auréole bleue ne se produit, même après une attente prolongée. La surface est alors resserrée avec précaution, et tout à coup des auréoles bleues apparaissent autour de la plupart des fragments de cuivre.

Ce fait prouve que, dans le voile monomoléculaire léger, la rigidité était établie sans vrai contact entre les molécules de CuS, tandis que ce contact est apparu par resserrement. Or j'ai constaté qu'il suffit d'un rapprochement représentant 1/3 à 1/5 de l'étendue totale du voile lâche pour obtenir ce résultat; si les unités de ce voile étaient les molécules de CuS, dont le diamètre est de 3 angströms, le rapprochement n'a été que de 3/3 à 5 = 1 à 3/5 d'Angström.

Mais ceci n'est vrai que si les unités du voile considéré ici sont vraiment les molécules, et non des agrégats de celles-ci. Diverses données permettent de penser que la première hypothèse est la vraie, c'est-à-dire que *dès que les molécules de sulfure de cuivre sont distantes de* 3/5 *à* 1 *angström l'action étudiée ici est entièrement supprimée.*

M. MAURICE D'OCAGNE a fait hommage à l'Académie du texte (extrait du numéro du 15 octobre du *Correspondant*) de l'allocution qu'il a prononcée, le 1er octobre dernier, au château de la Champfortière, dans la Sarthe, pour l'inauguration, de caractère, au reste, strictement privé, du petit musée où, dans une annexe du château, ont été groupées toutes les reliques de LAVOISIER restées dans sa famille. Cette installation a été très heureusement réalisée par les soins pieux de Mme Pierre de Chazelles, veuve du petit-fils de Mme Léon de Chazelles dont Mme Lavoisier, sœur de son grand-père, M. Paulze, avait fait sa légataire universelle. Ces inestimables et émouvants souvenirs comprennent un lot important de papiers de l'illustre fondateur de la chimie moderne, toute sa bibliothèque, le plus grand nombre enfin de ses instruments de laboratoire, et notamment les balances dont on sait quel a été le rôle capital en ses immortelles recherches.

En faisant hommage à l'Académie de la brochure publiée par les soins de M. JEAN VIGNAL, directeur du service du *Nivellement général de la France*,

à l'occasion de la célébration du cinquantenaire et de l'inauguration des nouveaux bâtiments de ce service, M. **Maurice d'Ocagne** s'exprime comme suit :

C'est par notre Confrère M. Lallemand que cette présentation devait être faite, la brochure en question contenant l'historique d'une œuvre qui est avant tout la sienne et à laquelle son nom restera indissolublement lié. Malheureusement l'état de santé de notre Confrère le retenant encore loin de nous, il a bien voulu m'inviter à le remplacer en cette circonstance en raison de ce que, pendant 10 ans (de 1891 à 1901), je lui ai été adjoint à la direction du service.

Ce m'est, au reste, l'occasion de rappeler à l'Académie tout ce que M. Lallemand a dépensé de science, d'esprit d'initiative, d'ingéniosité pour mener à bien cette opération géodésique de grande envergure et qui compte, en notre pays, parmi les plus fécondes en résultats, tant théoriques que pratiques, de première importance.

CORRESPONDANCE.

M. **Édouard Imbeaux** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place de Membre non résidant vacante par le décès de M. *Charles Flahault*.

M. **James Basset** adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil* en 1934.

Mlles **Germaine Amoureux, Yvette Cauchois** ;

MM. **Marcel Abeloos, Marc André, Fernand Angel, Lucien d'Azambuja, Paul Marais de Beauchamp, Paul Bertrand, Henri Bierry, Jacques Boué, Henri L. Brugmans, Jules Carles, Henri Cartan, Louis Chauvois, Pierre Chevenard, Paul Corsin, Jean Courbon, André Danjon, Georges Darmois, Jean Delsarte, Albert Demolon, Léon Dérobert, Jacques Dor, Paul Dorveaux, Georges Durand, Pierre Duval, René Fabre, Jean Fallou, Louis Feyler, Adrien Foch, Maurice Fréchet, Robert Gibrat, Georges Giraud, Louis Glangeaud, Marcel Godchot, Raoul**

Goudey, Antoine Jullien, Charles Killian, Armand Lambert, Antonin Lanquine, Georges Lecointre, Jean Lecomte, René Ledoux-Lebard, Lucien Leroux, Jean Loiseleur, Auguste Loubière, René Maire, Frère **Marie-Victorin, Jean Mercier, Serge Metalnikov, François Mialaret, Louis Néel, Henri Nouvel, André Paillot, André Patry, Marcel Pauthenier, André Pommelet, Pierre Pruvost, Francis Rathery, Guy Reiss, Michel Salmon, Robert Tournier-Lasserve, Raymond Tremblot, Edmond Vellinger, Jean Villey, Jean Viret, Joseph Volmat, Gérard Waterlot, André Weil, Jean Wyart** adressent des remercîments pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M[me] **Gabriel Cusco** adresse également des remercîments.

MM. le Directeur des **Annales du Comité de Physique du Globe des Colonies, Charles Dietsch,** le Général commandant l'**École Polytechnique, Pierre Jolibois, Roger Laporte, Raoul Lecoq, Louis Leprince-Ringuet, Paul Marsais, Joseph Monestier, André Paillot, Rémy Perrier,** le Président de la **Société française des Électriciens, Armand Tapernoux, Félix Trombe, Robert Vuillaume** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été attribuées pour leurs recherches, leurs publications ou leurs bibliothèques.

THÉORIE DE LA MESURE. — *Sur un théorème de Carathéodory et la mesure dans les espaces topologiques.* Note [1] de M. **Nicolas Bourbaki**, présentée par M. Élie Cartan.

La théorie moderne de la mesure et de l'intégration [2] conduit à donner le nom de *mesure*, dans un ensemble quelconque (qui prend alors e nom d'*espace mesuré*), à toute fonction d'ensemble μE satisfaisant aux axiomes suivants :

I. *A tout ensemble* E *de points de l'espace correspond un nombre* μE *tel que* $0 \leqq \mu E \leqq +\infty$; *si* E *est vide*, $\mu E = 0$.

II. *Si* E *est contenu dans la réunion d'ensembles* E_ν *en nombre fini ou dénombrable*, *on a*

$$\mu E \leqq \sum_\nu \mu E_\nu.$$

(1) Séance du 18 novembre 1935.

(2) Voir, par exemple, S. Saks, *Théorie de l'intégrale* (*Monog. Matem.*, 3, Varsovie, 1933). Cf. de Possel, *C. R. du Séminaire mathématique de M. Julia*, 2, 1934-1935, p. 1-19 et *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 579.

Nous dirons qu'un ensemble E possède la *propriété de Carathéodory* si l'on a, quels que soient $A \subset E$ et $B \subset \complement E$,

$$\mu(A+B) = \mu A + \mu B;$$

et qu'une fonction $f(x)$ à valeurs réelles, définie dans tout l'espace, possède la propriété de Carathéodory si l'ensemble des points où $f(x) > \alpha$ possède la propriété de Carathéodory quel que soit α, ou, autrement dit, si l'on a

$$\mu(A+B) = \mu A + \mu B$$

chaque fois qu'il existe α tel que $f(x) > \alpha$ sur A et $f(x) \leqq \alpha$ sur B ([1]).

Ces définitions étant posées, je me propose de démontrer le théorème suivant :

Pour que la fonction $f(x)$ possède la propriété de Carathéodory, dans un espace mesuré quelconque, il faut et il suffit que l'on ait

$$\mu(A+B) = \mu A + \mu B$$

pour tout couple d'ensembles A, B *tel que la borne inférieure de* f *sur* A *soit plus grande que la borne supérieure de* f *sur* B.

La condition est évidemment nécessaire. Pour faire voir qu'elle est suffisante, supposons que l'on ait $f(x) > \alpha$ sur A, $f(x) \leqq \alpha$ sur B, et montrons que l'on aura $\mu(A+B) = \mu A + \mu B$. Soit en effet A_n l'ensemble des points de A où $f(x) > \alpha + 1/n$; on a

$$A = A_n + (A_{n+1} - A_n) + (A_{n+2} - A_{n+1}) + \ldots.$$

On aura donc

$$A \supset A'_{n,p} = A_n + \sum_{\nu=1}^{p} (A_{n+2\nu} - A_{n+2\nu-1}).$$

Mais alors, si l'on applique l'hypothèse et qu'on procède par récurrence suivant p, on voit que l'on a

$$\mu A'_{n,p} = \mu A_n + \sum_{\nu=1}^{p} \mu(A_{n+2\nu} - A_{n+2\nu-1});$$

---

(1) C'est Carathéodory qui a mis le premier cette propriété en évidence dans sa théorie de la mesure de Lebesgue (*Vorlesungen über reelle Funktionen*, Leipzig, 1918); dans ce cas en effet, *elle caractérise les ensembles et les fonctions mesurables.* Pour le cas des espaces mesurés quelconques, cf. DE POSSEL, *loc. cit.*.

le second membre est donc $\leqq \mu A$ quel que soit p; de sorte que, si nous supposons μA fini (autrement le théorème serait évident), les termes pairs et les termes impairs de la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} \mu(A_{n+1} - A_n)$$

forment deux séries convergentes : cette série est donc elle-même convergente. Or on a, d'après l'axiome II,

$$\mu A \leqq \mu A_n + \sum_{\nu=1}^{\infty} \mu(A_{n+\nu} - A_{n+\nu-1}),$$

et par suite, pour n assez grand, $\mu A \leqq \mu A_n + \varepsilon$. Mais on a aussi, par hypothèse, $\mu(A_n + B) = \mu A_n + \mu B$, et par suite

$$\mu(A + B) \geqq \mu(A_n + B) = \mu A_n + \mu B \geqq \mu A + \mu B - \varepsilon,$$

et $\mu(A + B) \geqq \mu A + \mu B$. D'ailleurs, d'après l'axiome II, on a aussi $\mu(A + B) \leqq \mu A + \mu B$, d'où le résultat annoncé.

Si maintenant nous appliquons ce théorème à l'ensemble des fonctions continues dans un espace topologique quelconque, nous obtenons le théorème suivant :

Une mesure μE *étant donnée dans un espace topologique, la condition nécessaire et suffisante pour que toutes les fonctions continues possèdent la propriété de Carathéodory est que l'on ait*

$$\mu(A + B) = \mu A + \mu B$$

chaque fois qu'il existe une fonction continue prenant la valeur 1 *sur* A *et la valeur* 0 *sur* B.

D'ailleurs on sait que, dans un espace normal, une telle fonction continue existe lorsque $\overline{A} \cap \overline{B} = 0$ et dans ce cas seulement; si par exemple il s'agit d'un espace métrique, on obtient l'énoncé sous la forme suivante, qui, pour les espaces euclidiens, a déjà été donnée par Carathéodory (*loc. cit.*) :

μE *étant donnée dans un espace métrique, la condition nécessaire et suffisante pour que toutes les fonctions continues possèdent la propriété de Carathéodory est que l'on ait*

$$\mu(A + B) = \mu A + \mu B$$

pour tout couple d'ensembles A, B *à distance positive l'un de l'autre.*

Et d'ailleurs la démonstration ci-dessus n'est que la traduction, en termes abstraits, de celle même de Carathéodory.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces de Tzitzéica-Wilczynski.*
Note de M. **Maurice De Neve**, présentée par M. Élie Cartan.

M. Tzitzéica a considéré une classe de surfaces S telles que, si k désigne la courbure totale en un point M de S et p la distance du point M à un point fixe, on ait $k/p^4 = \text{const.}$

Il a trouvé que, α et β désignant les paramètres des lignes asymptotiques de S, les coordonnées du point M vérifient les relations

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial^2\theta}{\partial\alpha^2} &= \left\{ \begin{matrix} 1 & 1 \\ & 1 \end{matrix} \right\} \frac{\partial\theta}{\partial\alpha} + \left\{ \begin{matrix} 1 & 1 \\ & 2 \end{matrix} \right\} \frac{\partial\theta}{\partial\beta}, \\ \frac{\partial^2\theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} &= k\theta, \\ \frac{\partial^2\theta}{\partial\beta^2} &= \left\{ \begin{matrix} 2 & 2 \\ & 1 \end{matrix} \right\} \frac{\partial\theta}{\partial\alpha} + \left\{ \begin{matrix} 2 & 2 \\ & 2 \end{matrix} \right\} \frac{\partial\theta}{\partial\beta}. \end{aligned}\right.$$

Ces surfaces ont été retrouvées en 1913 par Wilczynski (1). Nous nous proposons d'étudier l'indicatrice de courbure de ces surfaces (2).

De la seconde des relations (1) on conclut que cette classe de surfaces est identique à la classe des surfaces dont les normales affines passent par un point fixe O.

Désignons par c, c', c'' les cosinus directeurs de la normale MN en M à S, et par $-1/\lambda^2$ la courbure totale K de la surface S au point M. Menons par O un rayon vecteur OI parallèle à la droite MN et de longueur égale à $\sqrt{\lambda}$.

Le point I engendre l'indicatrice de courbure (I) de S.

M. Demoulin a démontré que la normale en I à (I), soit IP, est parallèle à la normale affine, de paramètres directeurs $\partial^2 x/\partial\alpha\,\partial\beta$, $\partial^2 y/\partial\alpha\,\partial\beta$, $\partial^2 z/\partial\alpha\,\partial\beta$, en M à S.

Soit N le point où la droite IP rencontre MN.

La figure OMNI est un parallélogramme.

Désignons pour X, Y, Z les coordonnées du point I, et par Γ, Γ', Γ'' les cosinus directeurs de la normale IP; on a, en posant $\rho^2 = x^2 + y^2 + z^2$,

$$X = c\sqrt{\lambda}, \qquad Y = c'\sqrt{\lambda}, \qquad Z = c''\sqrt{\lambda};$$
$$\Gamma = \frac{x}{\rho}, \qquad \Gamma' = \frac{y}{\rho}, \qquad \Gamma'' = \frac{z}{\rho}.$$

(1) *Mathematische Annalen*, 76, 1913, p. 129.

(2) La notion d'indicatrice de courbure est due à M. Demoulin.

Soient encore

$$D\,d\alpha^2 + 2\,D'\,d\alpha\,d\beta + D''\,d\beta^2 \quad \text{et} \quad \Delta\,d\alpha^2 + 2\,\Delta'\,d\alpha\,d\beta + \Delta''\,d\beta^2$$

les secondes formes fondamentales de (M) et (I).

On sait que $D = D'' = 0$. Nous allons en première instance montrer que les asymptotiques se correspondent sur les surfaces (M) et (I).

Montrons pour cela que $\Delta = \Delta'' = 0$. On a

$$\Delta = -\,S\,\frac{\partial X}{\partial \alpha}\,\frac{\partial \Gamma}{\partial \alpha} = -\,S\,\frac{\partial}{\partial \alpha}(c\sqrt{\lambda})\,\frac{\partial}{\partial \alpha}\,\frac{x}{\rho}.$$

Si nous remarquons que d'une part x, y, z sont les paramètres directeurs de la normale en I à (I) et

$$\frac{\partial}{\partial \alpha}(c\sqrt{\lambda}),\quad \frac{\partial}{\partial \alpha}(c'\sqrt{\lambda}),\quad \frac{\partial}{\partial \alpha}(c''\sqrt{\lambda}),$$

ceux de la tangente en I à la ligne (I_α), et que d'autre part on a

$$-\,D = S\,\frac{\partial x}{\partial \alpha}\,\frac{\partial c}{\partial \alpha} = 0;$$

on conclut que $\Delta = 0$.

On montre de même que $\Delta'' = 0$. On voit en outre que les tangentes aux lignes (M_α) et (I_α) en M et I sont orthogonales dans l'espace, et ne peuvent se rencontrer. Il en est de même des tangentes aux lignes (M_β) et (I_β).

Il est important de remarquer que l'indicatrice (I) est également une surface de Tzitzéica; en effet, on a, d'après les formules de Lelieuvre,

$$\frac{\partial^2}{\partial \alpha\,\partial \beta}(c\sqrt{\lambda}) = M(c\sqrt{\lambda}).$$

On démontre aisément que l'indicatrice de courbure de la surface (I) est une surface homothétique à S.

Ceci est un cas particulier du théorème suivant :

Soit une surface quelconque S, *lieu d'un point variable* M; *et* O *un point fixe de l'espace. Sur le rayon vecteur* OM *portons une longueur* OM′ *telle qu'en* M′ *la normale à la surface* (M′) *soit parallèle à la normale en* M *à* S.

Alors (M′) *est homothétique de* M, *le centre étant le point* O.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur certaines déformations des surfaces.* Note [1] de M. **Paul Delens**, présentée par M. Élie Cartan.

1. En géométrie euclidienne, les formes fondamentales d'une surface

$$(1)\qquad F = 2f\,du\,dv = ds^2, \qquad \Phi = l\,du^2 + 2m\,du\,dv + n\,dv^2,$$

sont soumises aux conditions d'intégrabilité

$$(2)\qquad l_2 = f\left(\frac{m}{f}\right)_1, \qquad n_1 = f\left(\frac{m}{f}\right)_2, \qquad ln = m^2 + f(\log f)_{12}.$$

En géométrie centro-affine, les formes fondamentales d'une surface sont

$$(1^\star)\qquad F^\star = 2f\,du\,dv, \qquad \Phi^\star = l\,du^3 + 2\,dm\,du\,dv + n\,dv^3 \quad [2]$$

(avec nouvelles significations de u, v, f, l, m, n), et les conditions d'intégrabilité

$$(2^\star)\qquad l_2 = f^2\left(\frac{m_1}{f}\right)_1, \qquad n_1 = f^2\left(\frac{m_2}{f}\right)_2, \qquad ln = f^2\{m_1 m_2 + f - (\log f)_{12}\}$$

et $m_{12} = m_{21}$. Le problème $(P^\star)$ de la recherche des surfaces définies par $F^\star$ et dm [selon $(1^\star)$] est incomplètement posé par M. E. Salkowski (*loc. cit.*, p. 133); on peut le rapprocher du problème (P) de Bonnet : détermination des surfaces isométriques ayant, aux points correspondants, mêmes courbures moyenne et principale

$$(3)\qquad H = \frac{m}{f}, \qquad K = -\frac{1}{f}(\log f)_{12} \qquad [\text{selon } (1)].$$

Soient, pour (P) et $(P^\star)$, L, N, M les seconds membres des équations (2) ou $(2^\star)$. Pour déterminer, dans les deux cas, l et n (donc Φ ou $\Phi^\star$) à partir de F ou $F^\star$, et $m(u, v)$, posons en général $l = pq$, $n = p/q$. Il s'ensuit $p^2 = M$ et pour q l'équation aux différentielles totales de Riccati

$$(4)\qquad dq = \frac{L}{p}\,dv + \{(\log p)_1\,du - (\log p)_2\,dv\}\,q - \frac{N}{p}\,du\,q^2,$$

---

(1) Séance du 9 décembre 1935.

(2) Cf. P. Delens, *Act. scient. et ind.*, **80**, Paris, 1934, où l'on remplacera, dans la formule (60) et les trois précédentes, n par $n-1$; O. Mayer, *Ann. sc. Un. de Jassy*, **21**, 1934, fasc. 1-4, p. 1-77; E. Salkowski, *Affine Differentialgeometrie*, Berlin et Leipzig, 1934.

avec la condition d'intégrabilité

$$(5)\qquad p\left(\frac{L}{M}\right)_1 - \left\{(\log M)_{12} - 2\frac{LN}{M}\right\}q + p\left(\frac{N}{M}\right)_2 q^2 = 0.$$

De même que (P), (P*) *n'admet en général aucune solution*. L'intégrabilité partielle de (4) conduirait à une ou deux solutions. L'intégrabilité complète de (4) donne, pour chaque problème, une suite de ∞^1 surfaces (réelles ou imaginaires) répondant à la question. Laissant de côté les cas particuliers [bien connus pour (P)], les conditions d'intégrabilité complète permettent *en général* de poser, par changement de paramètres,

$$(6)\qquad L = N = M, \qquad (\log M)_{12} = 2M, \qquad \text{d'où} \qquad M = \frac{U'V'}{(U+V)^2};$$

$$(7)\qquad l = \frac{U'(V-t)}{(U+V)(U+t)}, \qquad n = \frac{V'(U+t)}{(U+V)(V-t)}, \qquad q^2 = \left(\frac{V-t}{U+t}\right)^2 \frac{U'}{V'}.$$

2. A part les cas particuliers, la suite de l'étude de (P*) est difficile. Je m'en tiens désormais à (P). Il reste à déterminer f et m, ou f et H. Les deux premières équations (2) donnent $H_1 = H_2$, H fonction arbitraire de $\omega = u + v$. Par la dernière équation (2) on obtient

$$(8)\qquad 2M\frac{H^2 + 2H'}{H'} = \left\{\frac{(H^2 + 2H')'}{H'}\right\}'.$$

Pour $H^2 + 2H' = 0$, $H = 2/\omega$, etc., solution connue.
Pour $H^2 + 2H' \neq 0$, M est fonction de ω, d'où

$$(9)\qquad M = \frac{k^2}{\sin^2 k\omega}\quad\left(\text{ou } \frac{\overline{k}^2}{\text{sh}^2 \overline{k}\omega}\right), \qquad U = \frac{\tang ku}{k}, \qquad V = \frac{\tang kv}{k} \quad (\text{d'où } l \text{ et } n).$$

L'équation (8), déterminant H, qui peut alors s'écrire aussi

$$(10)\qquad \left(\log\frac{H'}{M}\right)'' = M\frac{H^2}{H'} - H',$$

n'a pas été intégrée; Hazzidakis [1] en a donné l'intégrale première

$$(11)\qquad \frac{1}{2}\left(\log\frac{H'}{M}\right)'^2 = H(\log M)' - M\frac{H^2}{H'} - H' + h.$$

3. Ce dernier problème (P') appelle les remarques suivantes : 1° l'inté-

---

[1] *Journ. f. Math.*, 117, 1897, p. 42-56. Nous avons simplifié ici les calculs de cet auteur.

gration de (10) donnerait pour H, f, m, K des fonctions de ω seul. *Les solutions du problème* (P′) *sont les familles de* ∞^1 *surfaces* W (de Weingarten), *isométriques, conservant dans la déformation la relation qui lie leurs courbures principales;* 2° la formule (9) comprend aussi le cas limite $k=0$, $M=1/\omega^2$; 3° l'intégrale première (11) n'est équivalente à (10) que pour $(\log H'/M)' \neq 0$ (ou $K \neq 0$), *sauf cependant pour* $H = C/\omega$ *qui est une intégrale de* (10) : il s'agit d'une famille de ∞^1 surfaces développables. Je n'ai pu terminer les intégrations de (P′) que pour $M=1/\omega^2$ et $h=0$ dans (11). Le changement de variable et de fonction

$$(12) \qquad \xi = \omega H, \qquad \eta = \omega^2 H'$$

transforme (10) en l'équation du second ordre

$$(13) \quad \eta(\eta+\xi)\ddot{\eta} - \xi\dot{\eta}^2 + \eta(\eta-\xi) = 0 \quad \text{ou} \quad \eta(\eta+\xi)(\ddot{\eta}+1) - \xi(\dot{\eta}^2+2\eta) = 0;$$

l'intégrale première $\dot{\eta}^2 + 2\eta = 0$ [soit (11) pour $h=0$] donne

$$(14) \qquad -2\eta = (\xi - c)^2 \quad \text{ou} \quad -2\omega^2 H' = (\omega H - c)^2.$$

Deux solutions particulières en c/ω donnent finalement

$$(15) \qquad H = \frac{1}{\omega}\left(\alpha + \beta\frac{a\omega^{2\alpha}+1}{a\omega^{2\alpha}-1}\right) \quad \text{avec} \quad \beta^2 = 2\alpha - 1 = 2c+1,$$

puis $f = 1/\omega^2 H'$, $m = H/\omega^2 H'$, $K = H^2 - \omega^2 H'^2$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de* $\Delta u(M) = \varphi(M)$. Note [1] de M. **Marcel Brelot**.

1. On donne $\varphi(M)$ continue sur un domaine *quelconque* Ω; on se placera dans l'espace à $n \geqq 2$ dimensions mais pour le langage dans le plan. Avec un laplacien généralisé convenable [2], la continuité de φ suffit pour l'existence sur tout domaine partiel ω où φ est sommable, d'intégrales u d'ailleurs nécessairement de la forme

$$-\frac{1}{2\pi}\iint_{\omega} \log\frac{1}{PM}\,\varphi(P)\,d\sigma_P + \text{fonct. harm.}$$

---

[1] Séance du 9 décembre 1935.

[2] Voir *Annales de l'École Normale supérieure*, 48, 1931, p. 159.

Je vais établir l'existence d'intégrales sur *tout* Ω, sans restriction sur φ (sommable *ou non*, d'allure quelconque à la frontière).

2. Prenons Ω *borné*. Soit $\Omega_n \to \Omega$ une suite de domaines emboîtés complètement intérieurs à Ω, obtenus par quadrillage subdivisé. Grâce à la continuité uniforme de φ dans Ω_1 ou $\Omega_n - \Omega_{n-1}$, on pourra dans chacune de ces régions trouver un nombre fini de cercles Γ, extérieurs deux à deux et définir une fonction ψ, constante dans chacun des Γ, nulle en dehors, telle que l'intégrale de $|\varphi - \psi|$ sur la région soit arbitrairement petite. Puis on peut, sans altérer cette dernière propriété, modifier ψ dans chaque Γ en la faisant fonction de la distance au centre et nulle sur le pourtour. D'où une fonction ψ continue dans Ω, nulle à l'extérieur de cercles Γ_i (extérieurs 2 à 2, de centres γ_i sans point limite sur Ω), fonction dans chaque Γ_i de la distance au centre, enfin telle que $\varphi - \psi$ soit sommable sur Ω. Il suffit donc d'établir le théorème d'existence pour ψ.

Alors si u est intégrale, remplaçons-la dans chaque Γ_i, *avec raccord* au pourtour, par la fonction

$$u + \frac{1}{2\pi}\iint_{\Gamma_i} \log\frac{1}{\mathrm{MP}}\,\varphi(\mathrm{P})\,d\sigma_{\mathrm{P}} - \frac{1}{2\pi}\log\frac{1}{\gamma_i \mathrm{M}}\iint_{\Gamma_i}\varphi(\mathrm{P})\,d\sigma.$$

On obtient dans Ω une fonction v partout harmonique sauf aux points γ où il y a les singularités logarithmiques à coefficients $-\frac{1}{2\pi}\iint_{\Gamma_i}\psi\,d\sigma$.

Inversement si l'on peut former une telle fonction v, on en déduira une intégrale u.

Démontrons alors, plus généralement, l'existence d'une fonction harmonique sur Ω sauf en des points donnés γ_i (sans point limite sur Ω) *au voisinage* de chacun desquels elle coïncide, à une fonction harmonique près, avec une fonction Φ_i donnée, harmonique en tout point sauf γ_i.

Le même théorème serait vrai dans le plan complexe pour une fonction analytique uniforme à points singuliers γ_i, avec parties principales données. La démonstration est aisée d'après celles des théorèmes de Runge (¹) et Mittag-Leffler (²). On va la transposer aux fonctions harmoniques.

3. LEMME. — *Soit* M_0 *sur* Ω *borné et* ω *un domaine partiel tel qu'on puisse joindre* M_0 *à la frontière de* Ω *par une ligne polygonale* λ *à distance* > 0 *de* ω.

(¹) *Acta Mathematica*, 6, 1885, p. 237; BIEBERBACH, *Lehrbuch der Funktionentheorie*, 1, p. 300.

(²) *Acta Mathematica*, 4, 1884, p. 12; GOURSAT, *Cours d'Analyse*, 2, p. 155.

Soit Φ_0 *une fonction harmonique partout sauf en* M_0. *On peut trouver une fonction harmonique sur tout* Ω *et qui sur* ω *diffère de* Φ_0 *de moins de* ε *arbitraire.*

On utilisera le long de λ un procédé adapté de la méthode du déplacement des pôles de Runge (*loc. cit.*).

4. Choisissons une suite de domaines emboîtés $\Omega_n \to \Omega$ et complètement intérieurs à Ω borné. On peut faire en sorte que les frontières des Ω_n ne contiennent pas de γ_i et que sur $\Omega_n - \Omega_{n-1}$ les points γ_i (en nombre fini) puissent être joints à la frontière de Ω par une ligne polygonale à distance > 0 de Ω_{n-1}.

On pourra trouver $h_n(M)$ harmonique dans Ω et qui sur Ω_{n-1} diffère de la somme Σ_n des Φ_i relatifs aux γ_i de $\Omega_n - \Omega_{n-1}$, de moins de $1/n^2 (h_1 = 0)$. Alors en raisonnant comme Mittag-Leffler précité, on voit que la série de terme général $\Sigma_n - h_n$ représente une fonction répondant à la question.

5. Pour passer au cas d'un domaine Ω non borné, il suffira, s'il existe un cercle C extérieur, de faire par rapport à C une transformation d'inversion (ou de Lord Kelvin dans l'espace) et de résoudre un problème analogue pour le nouveau domaine borné. S'il n'existait pas de cercle extérieur, on se ramènerait à ce cas en supprimant de Ω un cercle complètement intérieur et en montrant que la solution du problème pour ce nouveau domaine entraîne celle du problème pour Ω.

6. *Remarque.* — Au lieu de passer à une fonction harmonique avec singularités, on peut traiter directement la question grâce au lemme suivant (qu'on ferait suivre d'un raisonnement du même type Mittag-Leffler) :

Soit ω un domaine partiel obtenu par juxtaposition de carrés d'un quadrillage, tel qu'on puisse en joindre tout point frontière à la frontière de Ω (borné) par une ligne polygonale extérieure à ω. Soit $h(M)$ harmonique dans un domaine où ω est complètement intérieur; *on peut trouver* H harmonique dans Ω et tel que $|H - h| < \varepsilon$ (arbitraire) *dans un* ω' *donné* complètement intérieur à ω.

Il n'y a qu'à transposer la démonstration du théorème analogue pour les fonctions holomorphes, contenue implicitement dans le Mémoire cité de Runge.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation aux différences mêlées.* Note de M. **L.-B. Robinson**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soit donnée l'équation de M. Izumi (¹)

$$(1)\qquad w(x) = a(x)\,w[\varpi(x)] + b(x).$$

Tant que

$$(2)\qquad |x| < 1, \qquad |\varpi(x)| < 1,$$

il existe une série convergente qui vérifie cette équation.

L'auteur de la présente Note a, dans un travail actuellement sous presse, étendu cette conclusion au cas où les conditions (2) sont remplacées par

$$(2')\qquad |x| \leqq 1, \qquad |\varpi(x)| \leqq 1.$$

Peut-on augmenter encore le rayon de convergence ?

Cela est impossible dans le cas général et, par exemple, l'équation

$$w'(x) = a(x)\,w(x^2),$$

où $a(x)$ est une fonction entière à coefficients positifs, a pour solution une fonction qui ne peut être prolongée en dehors du cercle de rayon 1. Nous nous contenterons, ici, de l'exemple plus particulier encore

$$w'(x) = w(x^2).$$

La solution est

$$w(x) = w_0\left[1 + x + \frac{x^3}{1.3} + \frac{x^7}{1.3.7} + \frac{x^{15}}{1.3.7.15} + \frac{x^{31}}{1.3.7.15.31} + \ldots\right].$$

Les exposants successifs, qui coïncident avec les facteurs des dénominateurs, sont

$$1, \qquad 3 = 1 + 2 = 2^2 - 1, \qquad 7 = 1 + 2 + 4 = 2^3 - 1,$$
$$15 = 1 + 2 + 4 + 8 = 2^4 - 1, \qquad 31 = 1 + 2 + 4 + 8 + 16 = 2^5 - 1, \qquad \ldots.$$

Le cercle de convergence de cette série a pour rayon l'unité et, en raison des lacunes qu'elle présente, ce cercle est une coupure essentielle.

(¹) Тоноку, *Math. Journ.*, 36, 1929, p. 10.

THÉORIE DES NOMBRES HYPERCOMPLEXES. — *Sur les nombres de Clifford.* Note de M. **André Mercier**, présentée par M. Élie Cartan.

1. *Une formule d'intégration partielle.* — Partant de la relation

$$(-1)^{n-1}\int dR_n \nabla\!\rightarrow C = \oint dR_{n-1} C, \tag{1}$$

que nous avons donnée ailleurs ([1]), nous donnerons la démonstration d'une formule généralisant celle de Stokes, selon la méthode indiquée par MM. Juvet et Schidlof ([2]). C est un champ cliffordien, R_n un domaine de l'espace à n dimensions où C est défini, R_{n-1} sa frontière, $\nabla\!\rightarrow$ un des opérateurs que nous avons définis.

Soit un hyperprisme δR_n de hauteur δx_n et de base

$$\delta b = \Gamma_1 \Gamma_2 \ldots \Gamma_{n-1}\, \delta x_1\, \delta x_2 \ldots \delta x_{n-1},$$

les Γ_i étant les unités des nombres de Clifford. Appliquons (1) à un nombre $\mathfrak{H}$C, $\mathfrak{H}$ étant un vecteur unitaire le long de l'axe du prisme. Le second membre peut être séparé en deux parties : une intégrale sur les deux bases, une autre sur le sous-espace *latéral* d'élément dl. Posons $dl = dy\,\Gamma_n dx_n$, et faisons tendre δx_n vers dx_n. L'équation (1) s'écrit alors

$$\Gamma_n dx_n \int_{\text{une base}} db\, \nabla\!\rightarrow \mathfrak{H} C = \int_{\text{deux bases}} db\, \mathfrak{H} C + dx_n \oint dy\, \Gamma_n \mathfrak{H} C.$$

La dernière intégrale est à prendre sur le sous-espace y à $n-2$ dimensions qui limite une des bases. Si $\mathfrak{H}$C est la valeur d'une fonction sur une des bases δb_1, sa valeur en un point correspondant de l'autre base δb_2 est $\mathfrak{H} C + (\partial/\partial x_n)\mathfrak{H} C\, dx_n$. Comme $db_1 = -db_2$, et $\Gamma_n \mathfrak{H} = 1$, on obtient, en divisant par dx_n, et en considérant la limite où $\delta b \rightarrow db$,

$$\Gamma_n\, db\, \nabla\!\rightarrow \mathfrak{H} C - db \frac{\partial}{\partial x_n} \mathfrak{H} C = \oint dy\, C. \tag{2}$$

Imaginons alors un sous-espace ρ_{n-1} où C est défini et de frontière ρ_{n-2}. On peut considérer ρ_{n-1} comme fait d'une infinité de prismes du type considéré plus haut. $\mathfrak{H}$ devient une fonction de points. On intègre (2)

([1]) A. Mercier, *Thèse* et *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 17, 1935, p. 305.

([2]) G. Juvet et A. Schidlof, *Bull. Soc. Neuch. Sc. Nat.*, 57, 1932, p. 127.

sur ρ_{n-1}. Si $\partial/\partial h$ désigne la dérivation le long de $\mathfrak{H}$, on obtient

$$(3) \qquad \int \mathfrak{H}\, d\rho_{n-1} \nabla\!\rightarrow \mathfrak{H}\, C - \int d\rho_{n-1} \frac{\partial}{\partial h} \mathfrak{H}\, C = \oint d\rho_{n-2}\, C.$$

Si C est un vecteur de E_3, on retrouve, comme l'ont montré MM. Juvet et Schidlof, le théorème de Stokes et un théorème connexe. Si ρ_{n-1} est fermé, on a

$$\oint \mathfrak{H}\, d\rho_{n-1} \nabla\!\rightarrow \mathfrak{H}\, C = \oint d\rho_{n-1} \frac{\partial}{\partial h} \mathfrak{H}\, C.$$

2. *Propriétés d'une équation différentielle.* — Soit, dans l'espace E_4, l'équation

$$(4) \qquad \nabla\!\rightarrow C = \alpha C,$$

α étant une constante scalaire. On sait qu'on peut mettre

$$C = I_1 + V_1 + T + \Gamma(V_2 + I_2), \qquad \text{où } \Gamma = \Gamma_1\Gamma_2\Gamma_3\Gamma_4,$$

I_1 et I_2 sont des scalaires, V_1 et V_2 des vecteurs, T un tenseur antisymétrique d'ordre 2. On a alors

$$\nabla\!\rightarrow C = \operatorname{div} V_1 + \operatorname{grad} I_1 + \operatorname{DIV} T + \operatorname{rot} V_1 - \Gamma \operatorname{rot} V_2 + \Gamma(-\operatorname{grad} I_2 + \operatorname{max} T) - \Gamma \operatorname{div} V_2$$

Par identification, on obtient

$$(5) \qquad \begin{cases} \operatorname{div} V_1 = \alpha I_1, \qquad \operatorname{DIV} T + \operatorname{grad} I_1 = \alpha V_1, \\ \operatorname{rot} V_1 - \Gamma \operatorname{rot} V_2 = \alpha T, \qquad \operatorname{max} T - \operatorname{grad} I_2 = \alpha V_2, \\ \operatorname{div} V_2 = \alpha I_2. \end{cases}$$

Or $\nabla\!\rightarrow \nabla\!\rightarrow = \nabla^2$ est un scalaire, donc

$$(6) \qquad \begin{cases} \nabla^2 I_1 = \alpha^2 I_1, \qquad \nabla^2 V_1 = \alpha^2 V_1, \qquad \nabla^2 T = \alpha^2 T, \\ \nabla^2 V_2 = \alpha^2 V_2, \qquad \nabla^2 I_2 = \alpha^2 I_2. \end{cases}$$

Prenons la divergence de la seconde relation (5). Compte tenu de (6), on obtient $\operatorname{div} V_1 = \alpha I_1$. On obtient de même $\operatorname{div} V_2 = \alpha I_2$ à partir de la quatrième. Et si l'on prend le rotationnel de la seconde et de la quatrième, on obtient, en tenant compte d'identités que nous avons démontrées ailleurs (*loc. cit.*) et par une combinaison convenable, la troisième relation (5). Cela montre que les 8 relations

$$(7) \qquad \operatorname{DIV} T + \operatorname{grad} I_1 = \alpha V_1, \qquad \operatorname{max} T - \operatorname{grad} I_2 = \alpha V_2,$$

sont équivalentes aux 16 relations (4). Réciproquement, (4) implique (7).

On a donc ramené les 16 composantes de C à 8 indépendantes. C'est la première propriété que nous signalons.

La seconde est une propriété intégrale du champ C. Tenant compte des identités entre intégrales que nous avons démontrées ailleurs (*loc. cit.*), on obtient, en combinant avec (6),

$$\alpha \int |d\rho| I_1 = -\oint d\xi V_1, \qquad \alpha \int |d\rho| I_2 = \oint d\xi V_2,$$

où $d\rho$ est l'élément d'hypervolume et $d\xi = \Gamma\, dt$, où τ est l'hypersurface frontière de ρ. On obtient de même

$$\oint d\xi \times V_1 - \Gamma \oint d\xi \times V_2 = -\alpha \int |d\rho| T.$$

Appelant S le survecteur $V_1 + \Gamma V_2$, on obtient finalement

$$\oint d\xi S = -\alpha \int |d\rho| (I_1 + \Gamma I_2 + T), \tag{8}$$

où $d\xi$ S est le produit cliffordien.

Le premier membre de (8) est, dans un sens très large, un *flux* de survecteurs dans E_4.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Moyen mouvement de Pluton déduit des observations.* Note de M. **Henri Roure**, présentée par M. Ernest Esclangon.

La valeur du moyen mouvement de Pluton utilisée jusqu'ici est celle qui a été calculée par M. Zagar [1], valeur osculatrice à la date du 1er avril 1935.

Pour certaines recherches il est nécessaire d'avoir une valeur meilleure et, comme on possède des observations qui s'étendent sur un intervalle de 20 années, représentant un arc d'orbite d'environ 28°, j'ai cherché à déterminer directement le moyen mouvement d'après les observations.

J'ai utilisé les observations suivantes : Heidelberg, 23 janvier 1914; Mont Wilson, 29 décembre 1919; Yerkes, 29 janvier 1921; Yerkes, 6 janvier 1927; Uccle, 11 mars 1934. J'ai calculé les perturbations des coordonnées rectangulaires écliptiques en utilisant comme éléments de départ ceux calculés par M. Zagar; j'ai déduit de ces perturbations

(1) *Circulaire de Copenhague*, n° 305, 22 novembre 1930.

celles de la longitude pour les cinq dates choisies et je les ai retranchées des longitudes héliocentriques déduites des longitudes observées. J'ai obtenu ainsi les longitudes héliocentriques elliptiques correspondant aux observations. Au moyen des éléments calculés en tenant compte des perturbations, j'ai calculé, pour chaque date, la longitude moyenne correspondant à la longitude elliptique trouvée. J'ai ensuite fait la différence des longitudes moyennes deux à deux de toutes les manières possibles et divisé ces différences par les intervalles de temps correspondants. J'ai déduit des valeurs obtenues, comme valeur la plus probable, le nombre

$$13'',483,$$

valeur qui, à notre avis, paraît la plus propre à entrer dans les calculs qui pourront être faits sur Pluton.

ASTROPHYSIQUE. — *Le spectre continu du ciel nocturne et la diffusion de la lumière dans l'espace.* Note [1] de M. **Jean Dufay**, présentée par M. Charles Fabry.

1. Les bandes et les raies brillantes du ciel nocturne se détachent sur un spectre continu coupé par les raies sombres de Fraunhofer. On ne peut encore indiquer que d'une manière grossièrement approchée l'importance relative des deux phénomènes.

Dans la région intéressée par les mesures photovisuelles de la brillance, la luminescence de la haute atmosphère se réduit pratiquement à la raie intense 5577 Å et celle-ci produit habituellement, sur plaque orthochromatique, la moitié de l'éclairement provenant du spectre continu dans l'intervalle 5000-5800 Å [2].

Dans la région 3800-5000 Å, intéressée par les mesures photographiques, les bandes d'émission atmosphériques sont très nombreuses, mais bien plus faibles et leur ensemble peut équivaloir à 1/3 du spectre continu [3]. Celui-ci serait donc responsable des 2/3 au moins de la brillance, dans les régions spectrales envisagées [4].

---

(1) Séance du 9 décembre 1935.

(2) J. Dufay, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 142.

(3) J. Cabannes et J. Dufay, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 278.

(4) Dans l'ultraviolet, au-dessous de 3500 Å et surtout dans le rouge, le spectre continu aurait une importance relative beaucoup moindre.

Or, si l'on compare les résultats des mesures photométriques directes aux dénombrements d'étoiles par magnitudes, on trouve que les étoiles n'expliqueraient guère que 1/5 ou au plus 1/4 de la brillance photographique ou photovisuelle totale ([1]). Les étoiles faibles donneraient bien un spectre du type solaire, car leur indice de couleur globale est voisin de +0,70, mais elles ne contribueraient en fait que pour 1/3 environ à la production du spectre continu.

2. L'intensité des raies de Fraunhofer et la faible polarisation liée à la position du Soleil ([2]) confirment l'hypothèse ancienne de la diffusion de la lumière solaire dans un milieu très raréfié, hors de l'atmosphère terrestre. Si la lumière était diffusée par des particules très petites par rapport aux longueurs d'onde (fines poussières solides, molécules, atomes ou électrons libres), répandues dans un volume n'excédant pas celui du système solaire, la polarisation serait plus forte et comparable à celle de la lumière zodiacale. Il faut donc admettre :

ou bien que la lumière solaire est diffusée par de grosses particules, telles que les météorites;

ou bien que les particules, petites par rapport aux longueurs d'onde, occupent dans l'espace un volume si grand que la diffusion de la lumière des étoiles peut devenir aussi importante que celle de la lumière solaire et diminuer beaucoup le taux de la polarisation.

La première hypothèse a déjà été examinée ([3]). Elle repose sur des données malheureusement incertaines, car il est difficile d'évaluer le nombre et les dimensions probables des météorites. Envisageons la seconde.

3. Des observations très diverses ont établi solidement depuis quelques années l'existence d'une couche absorbante relativement mince, au voisinage du plan galactique. Elles ont conduit à des valeurs très concordantes pour le coefficient d'absorption, mais plus grandes pour les radiations violettes que pour les radiations jaunes (environ 0,70 et 0,35 magnitude par kiloparsec). On pense généralement qu'il s'agit d'une diffusion par de petites particules.

Partant du coefficient d'absorption relatif aux mesures photographiques,

---

([1]) Ces chiffres résultent d'une discussion nouvelle, plus complète que les précédentes et qui sera publiée prochainement.

([2]) J. Dufay, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 331.

([3]) P. Salet, *Comptes rendus*, 152, 1911, p. 994.

Otto Struve a trouvé que, vu sous une épaisseur de 10000 parsecs, le milieu absorbant prendrait une brillance supérieure à celle du ciel nocturne [1]. Mais j'ai montré qu'on arrivait à des valeurs compatibles avec l'observation, lorsqu'on tenait compte de l'absorption le long des rayons diffusés, négligée par Otto Struve [2]. Si l'on représente par $4\pi B_0$ l'éclairement produit par toutes les étoiles, la brillance due à la diffusion tend, dans un milieu indéfini, vers une limite indépendante du coefficient d'absorption (et par suite, de la longueur d'onde) précisément égale à B_0.

Mais ces calculs ne constituaient encore qu'une très grossière approximation. Dans un milieu très étendu, il peut y avoir lieu de tenir compte des diffusions successives. Supposons, comme on l'a fait souvent pour étudier l'absorption, que la couche diffusante, de densité uniforme et d'épaisseur h, soit comprise entre deux plans parallèles au plan galactique. La brillance $B(z_0, \zeta_0)$, observée en un point de cote z lorsqu'on vise à la latitude galactique $\pi/2 - \zeta_0$, s'écrit

$$B(z_0, \zeta_0) = \text{séc}\,\zeta_0 \int_{z_0}^{h} J(s, \zeta)\, e^{-k(s-z)\,\text{séc}\,\zeta_0}\, ds,$$

expression dans laquelle k est le coefficient d'absorption et $J(s, \zeta)$ l'intensité lumineuse de l'unité de volume. On peut considérer cette dernière comme la somme de deux termes, l'un J_0, supposé constant, provient des étoiles, l'autre des diffusions successives. On trouve alors

$$J(s, \zeta) = J_0 + \frac{3k}{16\pi} \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^{\pi} [1 + (\cos\sigma \cos\zeta + \sin\sigma \sin\zeta \cos\alpha)^2] \tang\sigma\, d\sigma \times \int_s^h J(t, \sigma)\, e^{-k(t-s)\,\text{séc}\,\sigma}\, dt.$$

La résolution numérique de cette équation permettra de soumettre la théorie de la diffusion galactique à un contrôle plus serré.

---

(1) *Astrophysical Journal*, 77, 1933, p. 153.

(2) Étude de la lumière du fond du ciel nocturne. *Éditions de la Revue d'Optique*, 1934, p. 41.

ASTROPHYSIQUE. — *Diffusion de la lumière dans la galaxie.* Note (¹) de M. **Wang Shih Ky**, présentée par M. Charles Fabry.

Nous assimilons la galaxie à un milieu limité par deux plans parallèles distants de h. L'intensité lumineuse de l'unité de volume due aux étoiles est $J_0 = \text{const.}$ L'un des plans-parois étant pris pour plan des x, y, si l'on admet que l'intensité lumineuse est, dans chaque direction, $3/2R$ (R étant le *rapport de Lord Rayleigh* à 90° du faisceau incident), l'équation intégrale à deux variables donnée par M. Dufay (²) se réduit à une équation de Kundt et Warburg (³) :

$$(1) \qquad \varphi(s) = f(s) + \frac{K}{2}\int_0^h \varphi(t)\,dt \int_1^\infty \frac{e^{-aK|s-t|}}{a}\,da,$$

où k est le coefficient d'absorption et $f(s)$ représente l'intensité lumineuse de l'unité de volume due à la diffusion primaire

$$f(s) = I_1(s) = J_0\left[1 - \frac{1}{2}\int_1^\infty \frac{e^{-aK(h-s)}}{a^2}\,da - \frac{1}{2}\int_1^\infty \frac{e^{-aKs}}{a^2}\,da\right].$$

$\int_0^h \varphi(t)\,N(s, t)\,dt$ représente la somme des intensités lumineuses dues aux diffusions successives, d'ordre supérieur à 1.

Si l'on pose $J(s) = J_0 + I(s)$, l'équation (1) est équivalente à

$$(2) \qquad J(s) = J_0 + \frac{K}{2}\int_0^h J(t)\,dt \int_1^\infty \frac{e^{-aK|s-t|}}{a}\,da.$$

La brillance $B_i(z, \zeta)$ provenant de la diffusion d'ordre i s'écrit

$$B_i(z, \zeta) = J_0 \,\text{séc}\,\zeta\left(\frac{k}{2}\right)^i \int_z^h \Bigl[\underbrace{\int_0^h}_{i}\Bigr]\Bigl[\underbrace{\int_1^\infty}_{i}\Bigr] \times \frac{e^{-ak|s-t_1|-bk|t_1-t_2|-\ldots-lk|t_{n-1}-t|-k(s-z)\,\text{séc}\,\zeta}}{abc\ldots l}\,da\,db\ldots dl\,dt_1\ldots dt_{n-1}\,dt\,ds,$$

B_i est une fonction de J_0/k et de kh. On peut déterminer ces deux constantes, connaissant, en fonction de ζ, l'éclat global de toutes les étoiles contenues dans l'unité d'angle solide. J'ai trouvé, à partir des dénombrements de S. Chapman et P.-J. Melotte (⁴), $J_0/k = 0{,}0195$ étoiles de magnitude photo-

(¹) Séance du 9 décembre 1935.

(²) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1323 ci-dessus.

(³) Kostitzin, *Mémorial des Sciences mathématiques*, fascicule 69, 1935, p. 26.

(⁴) *Memoirs Royal Astronomical Society*, 60, 1914, p. 1.

graphique 1,0 par degré carré et $kh = 0,8$; à partir des dénombrements de Seares [1] et ses collaborateurs, $J_0/k = 0,0271$ et $kh = 0,4$. Ces valeurs de kh sont très vraisemblables, le coefficient d'absorption généralement admis pour les mesures photographiques étant voisin de 6.10^{-4} parsec^{-1}, elles donnent en effet $h = 1300$ et $h = 660$ parsecs.

On pourrait prendre $I_1(t)$ comme première valeur approchée de $\varphi(t)$ pour résoudre (1), mais on améliorera les résultats par la méthode d'approximation de Kostitzin (*loc. cit.*, p. 39), remplaçons le noyau par

$$N_a(s, t) + \frac{k}{2} e^{-k(s-t)},$$

et la fonction $f(s)$ par

$$f_a(s) = J_0 \left[1 - \frac{1}{2} e^{-k(h-s)} - \frac{1}{2} e^{-ks} \right],$$

l'équation (1) devient

$$(1') \qquad \varphi_a(s) = f_a(s) + \int_0^h N_a(s, t)\, \varphi_a(t)\, dt.$$

L'expression du noyau résolvant $R_a(1; s, t)$ est très simple et la solution de (1')

$$\varphi_a(s) = J_0 + \frac{J_0}{kh+2} \left[-s^2 \left(1 + \frac{kh}{2}\right) k^2 + s\left(1 + \frac{kh}{2}\right) k^2 h + \frac{k^2 h^2}{2} - 2 \right]$$

doit traduire assez bien l'allure de $\varphi(s)$. Ceci posé, définissons l'algorithme approché suivant

$$(3) \qquad \varphi_n(s) = \int_0^h N_a(s, t)\, \varphi_n(t) + \int_0^h [N(s, t) - N_a(s, t)]\, \varphi_{n-1}(t)\, dt + f(s).$$

Si l'on suppose connu φ_{n-1}, (3) est une équation intégrale en φ_n dont le noyau est le même que celui de (1'). On a donc

$$(4) \qquad \varphi_n(s) = \Phi[\varphi_{n-1}].$$

La suite $\{\varphi\}$ est convergente. Nous pouvons considérer alors $\varphi_a(s)$ comme première approximation. Mais le deuxième membre de (4) a une expression fort compliquée et incommode pour les applications. Nous nous contenterons de prendre pour valeur approchée de $I_2 + I_3 + \ldots + I_n$ la quantité $\int_0^h R_a(1; s, t) f_a(t)\, dt$ et pour celle de $\varphi(s) = I(s)$

$$I_a(s) = f(s) + \int_0^h R_a(1; s, t)\, f_a(t)\, dt,$$

---

[1] F. H. SEARES, P. J. VAN RHIJN, M. C. JOYNER et M. L. RICHMOND, *Astrophysical Journal*, 62, 1925, p. 320.

J'ai calculé $B_1(h/2, \zeta)$ et $B_a(h/2, \zeta)$ pour $\zeta = 0°$, 30°, 60° et 90°. Dans le tableau ci-après, les brillances sont exprimées en étoiles de magnitude photographique 1,0 par degré carré, $B_e(h/2, \zeta)$ est la brillance due seulement aux étoiles et $B_a(h/2, \zeta)$ est calculée avec $I_a(s)$.

	$kh = 0,4$.				$kh = 0,8$.			
ζ.........	0°.	30°.	60°.	90°.	0°.	30°.	60°.	90°.
B_e........	0,0049	0,0056	0,0089	0,0271	0,0064	0,0072	0,0107	0,0195
B_1........	0,0018	0,0023	0,0031	0,0115	0,0037	0,0039	0,0048	0,0129
B_a........	0,0024	0,0025	0,0034	0,0129	0,0046	0,0050	0,0071	0,0142

On voit que la brillance due à la diffusion de la lumière stellaire dans la galaxie peut atteindre la moitié de celle qui provient directement des étoiles.

ASTROPHYSIQUE. — *La photosphère solaire superficielle est-elle une couche de tourbillons cellulaires.* Note de M. **Henri Bénard**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Dès mes premières publications (1) sur les tourbillons cellulaires polygonaux, P. L. Mercanton m'avait signalé leurs analogies frappantes avec les granulations de la photosphère photographiées par J. Janssen.

En fait, c'est H. Deslandres (2) qui a publié le premier une application astronomique précise de ces tourbillons; elle concerne les filaments brillants de la chromosphère supérieure, photographiés en lumière K_3 du calcium ionisé (largeur des polygones $\sim 30000^{km}$). Plus tard, L. d'Azambuja (3) a montré la structure granulée de la couche renversante, avec une largeur des grains $\sim 5000^{km}$, et une épaisseur de quelques centaines de kilomètres seulement. Dans l'hypothèse convective, la structure de ces grains serait donc très *lenticulaire*, avec un rapport de la largeur à l'épaisseur voisin de 10 ou 12 au lieu de 3,28 comme pour mes cellules hexagonales.

J'ai moi-même (4) esquissé une théorie convective du relief de la Lune, en me basant sur l'identité si remarquable de ce relief avec celui de certaines cires de C. Dauzère, dont la solidification est sous la dépendance directe de la circulation tourbillonnaire cellulaire préalable du liquide lentement refroidi.

---

(1) *Rev. gén. Sc.*, **11**, 1900, p. 1261-1271 et 1309-1328 et *Ann. Ch. et Phys.*, 7e série, **23**, 1901, p. 62-144.

(2) *Ann. Obs. Astr. Phys. Paris-Meudon*, **4**, 1re partie, 1909, p. 119.

(3) *Thèse de Doctorat*, 1930.

(4) *Comptes rendus*, **154**, 1912, p. 260.

Enfin Sir G. T. Walker (¹) a proposé une explication convective, inspirée des tourbillons en bandes de P. Idrac, pour les lignes de courant de Hale, observées dans les pénombres des taches solaires sur les spectro-héliogrammes H_α.

A la suite du Mémoire où Rayleigh (²) a fait la théorie des tourbillons cellulaires et des tourbillons en bandes, et montré *qu'à toute échelle*, le rapport de leurs dimensions est le même (savoir 3,28 et 2,00 respectivement), les publications concernant les applications de ces tourbillons à l'atmosphère terrestre se sont multipliées (³).

J'ai repris l'examen des clichés de Janssen, dont la perfection n'a guère été surpassée, en utilisant des diapositives obtenues à Meudon, d'après les originaux, et non les planches sur papier au citrate du Mémoire, assez mal contrastées. Je confirme d'abord, après beaucoup d'autres, la non existence des prétendus *grains de riz;* les granulations, dans la région centrale de la surface solaire, sont polygonales isodiamétriques ou arrondies, à peine légèrement elliptiques. Leur diamètre réel moyen est voisin généralement de 1400^{km} (largeur donnée également par Hansky). Les vitesses absolues du déplacement des contours sont de 8 à 10^{km} par seconde, jusqu'à 30^{km} par seconde. La solidarité des déplacements de certains groupes de grains (*systèmes primaires* de S. Chevalier) est évidente. La planche X de Janssen est la plus belle pour le caractère polygonal et net des grains de certaines plages. Des *rangées* de 6 à 8 cellules consécutives ne sont pas rares : il existe même des plages où trois alignements à 120° l'un de l'autre sont reconnaissables; également des rosaces de six hexagones entourant un septième. Avec une largeur $\sim 1400^{km}$, l'épaisseur serait $\sim 400^{km}$, d'après la valeur du rapport calculée et observée par moi-même. Mais si la forme des cellules est supposée très plate (comme semble l'être celle des éléments des mammato-cumulus dans l'atmosphère), l'épaisseur peut tomber à ~ 200, et même $\sim 100^{km}$. C'est précisément, dans la théorie radiative des étoiles, celle qu'on admet pour la pellicule photosphérique extrême : la partie *fluide* serait donc ainsi identique à celle que le rayonnement interne peut traverser sans trop d'absorption.

Les *accidents* locaux du réseau polygonal par rapport à un réseau d'hexagones parfaits sont les mêmes dans les deux cas (par exemple, quatre pentagones ayant un sommet quaternaire commun, etc). Il y a là d'ailleurs une nécessité purement géométrique, car, en morphologie animale

(¹) *Monthly Notices Roy. Astr. Soc.*, 90, 1930, p. 788.

(²) *Phil. Mag.*, 32, 1916, p. 529-546.

(³) Pour les applications météorologiques, je renvoie à ma contribution au volume du *Jubilé M. Brillouin*, p. 125 (Paris, 1935).

et végétale, les réseaux d'hexagones pseudo-réguliers, si fréquents, offrent *exactement les mêmes accidents.* Enfin, certaines plages des photos de Janssen montrent des cellules à *noyau* central, explicable probablement par l'épanouissement des filets fluides, d'abord ascendants, puis horizontaux centrifuges dans la partie axiale et superficielle du prisme cellulaire. Le résultat serait d'ailleurs le même, si le sens de rotation des filets fluides est inversé, ce qui est le cas pour les tourbillons cellulaires au sein d'une nappe d'air de petite épaisseur, à l'échelle, par exemple, des expériences de laboratoire de G. T. Walker et de ses élèves.

Depuis Janssen, la contribution la plus importante à l'étude photographique de la photosphère est due à H. Strebel (1), qui a discuté avec le plus grand soin les diverses causes physiques extra-solaires susceptibles d'avoir modifié la forme réelle des grains, tant pour ses propres clichés obtenus avec le télescope à miroirs de B. Schmidt, que pour ceux de Janssen, Hansky et Chevalier, qui avaient employé des réfracteurs. Ces causes tendent toutes à arrondir et estomper les grains, mais Strebel conclut non seulement à leur existence physique, mais aussi à *leur forme réelle incontestablement polygonale, allant du triangle à l'hexagone et au delà.*

Ces constatations semblent indiquer que la couche extrême photosphérique, *la seule où des courants de convection peuvent exister*, serait constituée par une couche de tourbillons cellulaires polygonaux semi-réguliers.

VISCOSITÉ. — *Sur un nouveau montage permettant la mesure de la viscosité des gaz.* Note de M. **André Fortier**, présentée par M. Marcel Brillouin.

La plupart des expérimentateurs, qui ont déterminé le coefficient de viscosité μ d'un gaz de masse spécifique ρ à la pression p par écoulement à travers un tube capillaire de longueur l et de rayon R, ont appliqué la formule classique

$$p_0^2 - p_1^2 = \left(\frac{p}{\rho}\right)\left[\frac{16\mu l M}{\pi R^4\left(1+\frac{4\varepsilon}{R}\right)} + \frac{2M^2}{\pi^2 R^4}\right]$$

(p_0 et p_1, pressions amont et aval; M débit en masse; ε épaisseur de glissement) laquelle suppose : 1° l'écoulement permanent (2); 2° les variations

(1) *Zeits. f. Astroph.*, années 1932 et 1933, plusieurs Mémoires.

(2) Dans les méthodes à *volume constant*, cette hypothèse n'est pas satisfaite; la formule est cependant appliquée.

de densité suffisamment faibles, ce qui exige un écoulement très lent. La valeur de μ s'obtient alors par détermination du débit et des pressions amont et aval; elle exige par suite trois mesures simultanées dont chacune doit être faite à la précision recherchée pour l'expérience.

La méthode que je vais indiquer est basée sur la réalisation d'un débit volumique rigoureusement constant indépendant du capillaire et de la pression du gaz; elle nécessite la détermination de la seule différence de pression entre les extrémités du capillaire. Pour cela, le gaz, issu d'un réservoir à pression *grossièrement* constante P, passe à travers le capillaire où il éprouve une perte de charge ϖ (très petite devant P), arrive à la pression $P_1 = P - \varpi$ dans une chambre C en communication par une tuyère minuscule avec un réservoir C′ où règne une pression $P_2 < 0{,}52 P_1$. Dans ces conditions, on sait depuis Saint-Venant et Wantzel que le débit volumique à travers la tuyère est constant. D'autre part il est aisé de calculer que la perte de charge ϖ est donnée par la formule

$$\varpi = K\left(1 - \frac{K}{2P}\right) \quad (^1)$$

avec

$$K = \frac{T}{\sqrt{\Theta}} \frac{8\mu l}{\pi R^4\left(1 + \frac{4\varepsilon}{R}\right)} S\left(\frac{2}{1+\gamma}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma+1}\, r}.$$

(T et Θ, températures absolues du gaz dans le capillaire et la chambre C, S, aire de la section de gorge de la tuyère, γ rapport des chaleurs spécifiques du gaz, r constante de la loi de Mariotte.)

Donc : 1° si P est la pression atmosphérique, on peut faire de bonnes déterminations avec une perte de charge ϖ de l'ordre de 10^{cm} d'acide sulfurique. Le terme $K/2P$ est alors de l'ordre de 1/100e, de sorte que la pression atmosphérique peut varier de 1/100e, sans qu'il en résulte pour ϖ une variation supérieure à 1/10000e; 2° la pression dans la chambre C′ n'intervient pas tant qu'elle reste inférieure à $0{,}52\, P_1$.

Au cours d'expériences faites en vue de reprendre la détermination de la constante de Sutherland relative à l'air, j'ai effectivement vérifié l'indépendance de la perte de charge vis à vis des variations de la pression

---

(1) La correction de force vive est négligeable en raison de la valeur très faible des débits utilisés (0,1 cm^3/sec. à la pression atmosphérique), la formule $\varpi = K(1 - K/2P)$ n'en tient pas compte.

initiale P et de la pression finale P_2. Alors, en effet, que P a varié entre 74 et 75^{cm} de mercure et que P_2 variait entre 0 et 35^{cm} de mercure, la perte de charge (de l'ordre de 10^{cm} d'acide sulfurique) variait d'une quantité inférieure à la limite de la précision ($1/50^e$ de millimètre) permise par le dispositif d'observation que j'ai décrit [1].

ÉLECTRICITÉ. — *Vers un générateur ionique pour les hauts potentiels.* Note de M. **Marcel Pauthenier** et de Mme **Marguerite Moreau-Hanot**, présentée par M. Aimé Cotton.

Principe. — L'étude de la charge des particules sphériques dans un champ électrique ionisé [2] nous a amenés à prévoir pour la production des hauts potentiels une méthode nouvelle, où les porteurs de charges sont des particules entraînées à grande vitesse par un courant gazeux en circuit fermé. Ces particules balayent les ions créés en un point du circuit par une décharge couronne et cèdent plus loin leurs charges à un conducteur isolé; on obtient ainsi une machine à addition d'inertie négligeable.

Soit à charger un conducteur sphérique : les particules entraînées par le courant gazeux vers la sphère déjà chargée doivent vaincre la répulsion de Coulomb. On prévoit donc pour la sphère un potentiel limite V_l. Or on sait (*loc. cit.*) que, dans un champ ionisé E, une particule isolante de rayon a prend une charge limite $\lambda E a^2$ où $\lambda = 3\varepsilon/(\varepsilon + 2)$ (ε, pouvoir inducteur spécifique de la particule). En écrivant que le sphérule (coefficient aérodynamique de forme $C = 4.10^{-1}$), entraîné par un courant de gaz de masse spécifique ρ et de vitesse u, reste capable de pénétrer dans une sphère de rayon R au potentiel V_l, on trouve la condition

$$V_l = \frac{C\pi\rho}{2\lambda E} R v^2, \tag{1}$$

valable pour les particules *isolantes* seulement, pour diverses raisons que nous ne pouvons discuter ici. Le potentiel V_l est *indépendant du rayon des particules*, ce qui est très important.

Adoptons pour fixer les idées les valeurs usuelles $\lambda = 2$, $E = 10$ C.G.S., $C = 4.10^{-1}$, $\rho = 1,3.10^{-3}$ pour l'air, $R = 50^{cm}$, $u = 10^4$ cm/sec; on trouve

$$V_l = 60.10^6 \text{ volts},$$

---

(1) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 2142.

(2) *J. de Phys.*, 3, 1932, p. 590-613.

bien supérieur au potentiel de décharge spontanée de la sphère considérée en atmosphère illimitée ($1,5.10^6$ volts).

Le fonctionnement en circuit fermé permet d'ailleurs d'utiliser un gaz ou une vapeur de masse spécifique ρ beaucoup plus élevée.

La quantité de particules introduites dans l'appareil est limitée par l'étouffement de la décharge couronne. D'après notre étude relative à ce phénomène ([1]), on peut, sans que le courant s'abaisse de moitié, atteindre pour la densité spatiale des charges des particules une valeur voisine de $3E/8\pi r$, soit 0,4 C.G.S. dans un tube de rayon $r = 3^{cm}$.

Pour constituer un appareil puissant, on aura donc avantage à utiliser un faisceau de tubes ionisants; si par exemple on a 7 tubes disposés en nid d'abeilles dans un cylindre de 18^{cm} de diamètre et une vitesse du gaz $u = 100$ m/s le débit électrique pourra être 0,25 mA. En l'absence de fuite, il porterait une sphère de 2^m de diamètre au potentiel de 4 millions de volts en 2 secondes.

Il n'est d'ailleurs pas exclu que les particules chargées entraînent entre elles des ions captifs.

Une solution plus élégante serait d'entraîner les ions purs, sans autre support matériel que les molécules gazeuses.

Mais leur mobilité K est grande; on écrirait immédiatement le potentiel limite dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire en négligeant les charges déposées sur le tube adducteur

$$V_l = \frac{Ru}{k}.$$

Dans l'exemple numérique cité, on trouverait V_l de l'ordre de 250 kV. On voit que, pour atteindre des valeurs intéressantes (10 fois supérieures à la précédente par exemple), il faudrait faire intervenir des vapeurs lourdes et de très grandes vitesses. Nous examinerons incessamment cette méthode: si elle présente quelques difficultés dans le cas de très hauts potentiels, elle aura par contre l'avantage de permettre de plus grandes puissances.

Premiers essais. — Nous avons établi un appareil d'essai de dimensions réduites fonctionnant avec un simple ventilateur de forge de modèle courant. A la sortie de celui-ci, le gaz chargé de poussière traverse d'abord un tube ionisant dont le fil fin est porté à une tension positive ou négative de 10 à 15 KV; un manchon de verre d'Iéna l'amène ensuite à un tube en U,

([1]) *J. de Phys.*, 6, 1935, p. 257-262.

conducteur, aplati dans sa région médiane, où les particules sont centrifugées contre la paroi et se déchargent. Ce tube est logé dans la sphère à charger (diamètre 30^{cm}). Un deuxième tube isolant ramène le gaz à la soufflerie et ferme le circuit.

Aussitôt l'appareil mis en marche, dans des conditions qui *a priori* semblaient bonnes, mais qui ne sont peut-être pas les meilleures possibles, nous avons atteint un potentiel voisin de 450 KV pour lequel les charges s'écoulent dans l'air.

Pour une distance de boules de 13^{cm}, correspondant à un potentiel explosif de 300 KV, les étincelles se produisent à des intervalles réguliers, voisins de 1 seconde. Cette cadence indique que la charge apportée par l'unité de volume d'air est également de l'ordre prévu.

Nous avons donc toutes raisons de penser qu'un appareil de plus grandes dimensions pourvu d'un ventilateur puissant fournira des résultats des plus intéressants.

SPECTROSCOPIE. — *Quelques données quantitatives sur le spectre d'absorption du peroxyde d'azote.* Note de MM. **Maurice Lambrey** et **Jean Corbière**, présentée par M. Charles Fabry.

Une description qualitative du spectre d'absorption ultraviolet du peroxyde d'azote, avec indication des longueurs d'onde caractéristiques, a été publiée, il y a quelques années, par l'un de nous [1].

Le dépouillement d'une série de clichés faits à cette époque nous permet d'ajouter aujourd'hui, à cette description, quelques renseignements relatifs à l'absorption par ce gaz, dans la région comprise entre 3200 et 4200 Å.

La pression totale du gaz, enfermé dans des cuves de 3 à 9^{mm} d'épaisseur, a varié entre 580 et 730^{mm} de mercure, sa température entre 26 et 96° C.

Utilisant les données de Wourtzel [2] et de Bodenstein [3], relatives à la dissociation $N^2O^4 \rightleftharpoons 2NO^2$, nous avons calculé dans chaque cas la pression partielle de chacun des constituants et nous avons pu obtenir pour chacun d'eux, le coefficient d'absorption (densité optique rapportée à l'épaisseur 1^{cm} et à la pression 1^{mm} de mercure).

(1) Lambrey, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 251; *Ann. de Phys.*, 13, 1930, p. 95.
(2) *Comptes rendus*, 199, 1919, p. 1397.
(3) *Z. für Phys. Chem.*, 100, 1922, p. 68.

Dans l'intervalle étudié, nous n'avons pu mettre en évidence aucune variation des coefficients d'absorption avec la température ni avec la pression.

Le tableau ci-dessous donne les coefficients observés. En ce qui concerne N^2O^4, le spectre se réduit à une large bande sans structure fine. Le résultat des mesures a une signification indépendante du pouvoir de résolution du spectrographe employé. Par contre, en ce qui concerne NO^2, le spectre est constitué, dans la région étudiée, comme dans la région visible, par un système de bandes résolubles extrêmement complexe. Le coefficient d'absorption que l'on mesure n'a donc qu'un lointain rapport avec le coefficient réel et, suivant le pouvoir de résolution du spectrographe, on peut trouver des résultats extrêmement différents les uns des autres. A titre d'indication, les clichés ont été pris avec un spectrographe Hilger comportant deux objectifs de 20^{cm} de foyer, ouverts à $f/15$ et un seul prisme de quartz. La largeur de la fente était $0^{mm},05$. Dans le tableau ne figurent donc, relativement à NO^2, que des valeurs moyennes du coefficient d'absorption. Avec le spectrographe employé les variations relatives du coefficient d'absorption apparent de NO^2, entre les maxima et les minima d'absorption, ne dépassent pas $1/5^e$.

Toutes réserves étant faites quant à la signification des résultats concernant NO^2, la précision des mesures est de l'ordre de 10 pour 100.

TABLEAU.

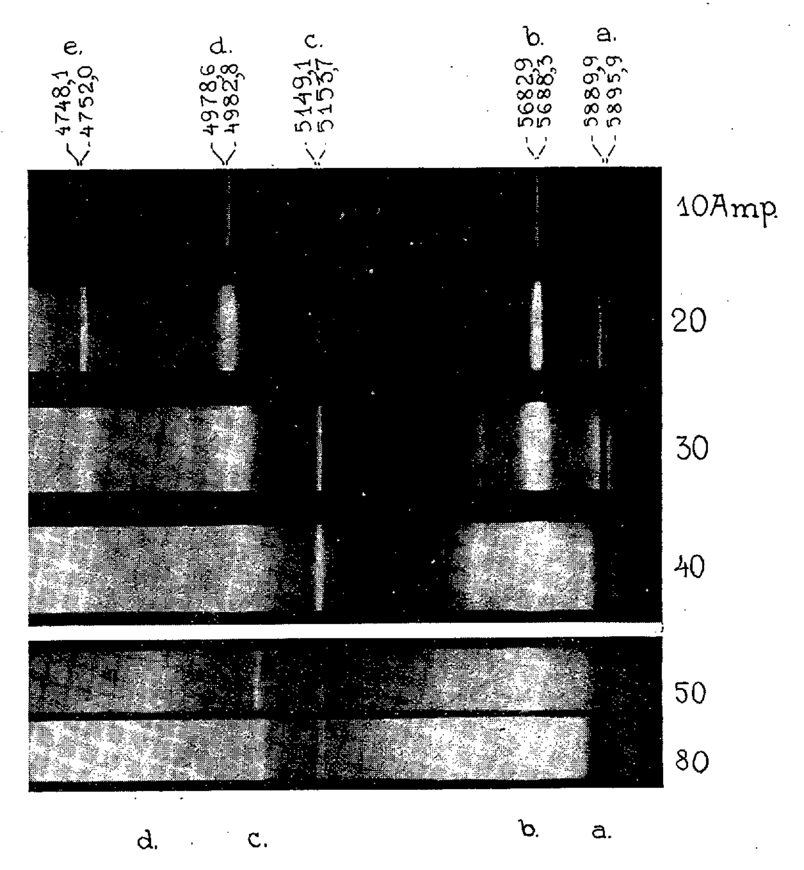
λ	3200.	3250.	3300.	3350.	3400.	3450.	3500.
$10^3 \times \beta_{N^2O^4}$	0,70	0,85	1,10	1,35	1,39	1,36	1,23
$10^3 \times \beta_{NO^2}$	0,50	0,52	0,55	0,59	0,62	0,65	0,70
λ	3550.	3600.	3700.	3800.	3900.	4000.	4105.
$10^3 \times \beta_{N^2O^4}$	1,05	0,88	0,70	0,63	0,58	0,55	0,53
$10^3 \times \beta_{NO^2}$	0,74	0,77	0,81	0,82	0,81	0,80	0,78

λ = longueur d'onde en ångström; β_{NO^2} et $\beta_{N^2O^4}$ = coefficients d'absorption respectifs de NO^2 et de N^2O^4 (densité optique rapportée l'épaisseur 1^{cm} et à la pression 1^{mm}).

SPECTROSCOPIE. — *Étude des concentrations des vapeurs de sodium dans l'arc électrique.* Note de MM. **Thadée Peczalski** et **Nicolas Szulc**, présentée par M. Aimé Cotton.

On a produit un arc à travers des vapeurs de sodium de la manière suivante : l'anode était une baguette en charbon, de 3^{mm} de diamètre, elle

était placée, concentriquement, dans un tube de porcelaine de 12^{mm} de diamètre intérieur. Le tube a été rempli de NaCl. La cathode était une baguette en charbon de 6 à 12^{mm} de diamètre. En augmentant le courant de 10 à 80 ampères, on obtenait la vapeur de sodium à une concentration élevée dans la partie gazeuse de l'arc électrique. Le rayonnement émis par les vapeurs a été observé par le canal d'une troisième électrode perforée suivant sa longueur (¹), et placée perpendiculairement au plan des deux autres électrodes. L'extrémité de cette troisième électrode était à proximité de



l'anode. Nous avons observé pendant la décharge, lorsque l'intensité dépassait 10 ampères, des oscillations assez régulières de l'arc et il se produisait un son d'une centaine d'oscillations par seconde.

Les lignes $D_1 D_2$ sont renversées par suite de l'absorption du rayonne-

(¹) Voir *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 405; **201**, 1935, p. 48.

ment des parties intérieures dans des couches extérieures de l'arc. Leur élargissement indique l'augmentation de la concentration des vapeurs dans les couches extérieures de l'arc.

(Les photographies des deux derniers spectres ont été prises à une dispersion plus grande, on y observe l'apparition d'autres lignes.)

On remarque sur les figures, outre l'élargissement des raies $D_1 D_2$ renversées et émises, l'émission des raies des séries diffuse et étroite.

On sait que l'élargissement des raies d'absorption ou d'émission, élargissement par couplage, est produit par l'augmentation de la pression ou par l'accroissement de la concentration des vapeurs absorbantes ou rayonnantes ([1]). La largeur des raies en fonction de la concentration des vapeurs absorbantes est proportionnelle d'après M. Trumpy ([2]) à $\sqrt{n}$, où n est la concentration des vapeurs. Les résultats des mesures de M. Korff ([3]) sur la largeur des raies confirment également ce fait dans le cas des vapeurs de Na et de Rb. D'après les résultats de ces mesures on calcule $\Delta\nu = 1,9.10^{-7}\sqrt{n}$ et par suite la concentration des vapeurs de Na dans les couches extérieures de l'arc. On trouve :

$$n = 2,0.10^{16} \text{ atomes/cm}^3 \quad \text{pour} \quad i = 50 \text{ amp.}$$
$$n = 6,0.10^{16} \text{ atomes/cm}^3 \quad \text{pour} \quad i = 80 \text{ amp.}$$

Faisant les mêmes calculs pour les raies d'émission, on trouve $\Delta\nu$ environ quatre fois plus grand. Les concentrations des atomes de Na émettant les lignes $D_1 D_2$, dans les parties intérieures de l'arc, et des atomes de Na absorbant les lignes $D_1 D_2$ dans les parties extérieures de l'arc seraient alors dans le rapport de 10 à 1.

Nous avons calculé

$$n = 6,0.10^{16} \text{ atomes/cm}^3,$$
$$n = 7,0.10^{17} \text{ atomes/cm}^3.$$

L'étude des largeurs des raies émises conduit ainsi à la détermination de la concentration ou de la pression des vapeurs absorbantes dans les diverses parties de l'arc, alors que M. Righini ([4]) a déterminé les pressions relatives dans les diverses parties de l'arc en mesurant les intensités des raies émises (CN).

([1]) J. Holtzmark, *Zeits. f. Phys.*, **34**, 1925, p. 722; Weisskopf, *Zeits f. Phys.*, **75**, 1932, p. 287; **77**, 1932, p. 398.

([2]) *Zeits. f. Phys.*, **40**, 1927, p. 594.

([3]) *Phys. Rev.*, **34**, 1929, p. 457.

([4]) *Physica*, **2**, 1935, p. 585.

SPECTROSCOPIE. — *Spectre de première décharge à travers le peroxyde d'azote.* Note de MM. **Léon Grillet** et **Michel Duffieux**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le spectre initial de la décharge à travers un courant de peroxyde d'azote sous faible pression a reçu diverses interprétations dues sans doute à la difficulté que l'on rencontre à opérer sur un gaz pur et à obtenir des intensités suffisantes. Les bandes observées par Gehlhoff avec un spectroscope à main et attribuées par lui aux oxydes de l'azote ont été revues autrefois par l'un d'entre nous dans les mêmes conditions de dispersion. Zenneck et Strasser, à qui l'on doit l'étude la plus complète de ce spectre, ont cru pouvoir identifier la plupart des bandes de Gehlhoff avec des bandes du premier groupe positif de l'azote. Kneser n'a ajouté à leurs observations qu'une bande 5519 d'origine inconnue. Kayser, se rangeant à l'opinion de Zenneck et Strasser, admet que les bandes observées par Gehlhoff appartiennent aux spectres connus de N^2 et de NO. L'un d'entre nous les ayant obtenues récemment dans le spectre total de la décharge avec une dispersion suffisante pour que leur position et leur structure permettent d'affirmer qu'elles ne peuvent être assimilées à aucune des bandes connues de N^2 ou NO, nous en avons repris l'étude en cherchant à éliminer les spectres émis par les produits stables de la dissociation du peroxyde.

Le tube à décharge, très court, et parcouru par un courant gazeux rapide est alimenté sous une faible intensité par une bobine d'induction. Pour retarder la dissociation du peroxyde, le courant électrique est redressé et l'anode placée à l'entrée du courant gazeux. La forme du tube favorise son balayage rapide par le gaz neuf. Dans ces conditions le spectre émis est celui de l'état I de Zenneck et Strasser : les gaz issus de la décharge ne sont pas phosphorescents. Nous avons photographié le spectre entre 3350 et 10200 avec un spectrographe de 1^m de focale qui peut être muni de un ou deux prismes de flint et dont l'optique permet une excellente définition. Les éléments du spectre ont été identifiés par comparaison avec les spectres du fer, du nickel, de l'argon ou de l'air.

Ce spectre comprend d'abord des éléments d'origine connue :

1° le spectre continu, dit de l'air, identique au spectre continu de phosphorescence de NO^2;

2° le spectre d'arc OI de l'atome d'oxygène. Les premiers termes des séries principales de simplets (8446,7) et de triplets (7775,4-7774,2-7772,0) sont de beaucoup les raies les plus intenses de tout le spectre;

3° le spectre NI de l'atome neutre d'azote;

4° le deuxième groupe positif de N^2. Ce groupe est émis par le gaz dès son entrée dans la décharge, son intensité augmente considérablement à mesure que le gaz progresse dans la décharge;

5° le groupe β de NO qui suit avec un retard visible l'évolution du précédent.

Nous avons observé sur certains clichés des traces du premier groupe positif de N^2 mais il est généralement absent et sa présence est liée aux impuretés du peroxyde.

Outre ces éléments connus nous avons observé des raies et bandes nouvelles dont certaines confirment les observations de Gehlhoff.

1° Une bande de vibration-rotation dont la raie nulle est à 5996. Sous une faible dispersion cette bande à l'apparence d'un doublet de Burgmeister dont la largeur de 21,4 Å correspond, en admettant que les gaz sont à la température ambiante, à un moment d'inertie de la molécule 17.10^{-40} unité C. G. S.

Cette bande la plus intense du spectre est bien visible sur les clichés publiés par Zenneck et Srasser. Ses deux branches ont dû être confondues par eux avec les bandes 6011,8 et 5987,8 du premier groupe positif de N^2 dont les arêtes coïncident sensiblement avec les maxima d'intensité des deux branches de la bande 5996.

Les groupes microphotométriques, faites par M. Rouard, des clichés que nous avons obtenus avec deux prismes montrent que la bande 5996 est résoluble. Nous comptons en publier prochainement la structure.

2° Un groupe de bandes dégradées vers le violet non résolues sur nos clichés, généralement faibles qui forment des cannelures analogues à celles du premier groupe positif de N^2 dans la même région du spectre, mais nettement distinctes. Les plus visibles sont

{ 5936, 5928, 5923 }	{ 5612, 5603 }	{ 5533, 5524, 5519 (?) }	{ 5257, 5227 }
{ 5903, 5896, 5889 }	{ 5565, 5544 }		
{ 5854, 5939 }			

La position et l'intensité singulières de la bande 5519 nous font penser qu'elle peut être indépendante du groupe mais simplement superposée à une bande qui devrait se trouver vers 5515.

3° Des bandes assez fortes non résolues que leur aspect éloigne des précédentes : 5398-6547 dégradées vers le violet, 5405-6576 dégradées vers le rouge; une bande sans arête dont le maximum d'intensité est voisin de 6350;

4° Des raies d'origine inconnue, généralement faibles, nombreuses dans l'extrême rouge et l'infrarouge, dont les plus intenses, comparables aux raies de NI paraissent coïncider avec des raies telluriques fortes : 6567-6568-6573-6585-7626. Parmi les autres, les plus fortes sont : 7877-8832-8893-9047.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres d'absorption infrarouges de dérivés halogénés de carbures à noyaux.* Note de M. **Jean Lecomte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Avec les appareils précédemment décrits ([1]), nous avons étudié, entre les fréquences de 1400 et 525 cm^{-1} environ, les spectres d'absorption d'une trentaine de dérivés halogénés de carbures à noyaux qui, à notre connaissance, à quelques rares exceptions près, n'avaient pas encore été mesurés dans cette région spectrale. Ces spectres s'obtiennent, pour les composés liquides, sous des épaisseurs de quelques centièmes de millimètre et, pour les composés solides, au moyen de couches de $0^{mm},2$ à $0^{mm},4$ d'une solution presque saturée dans du sulfure de carbone.

Dérivés benzéniques. — I. Nous avions pu, avec les dérivés halogénés des carbures saturés aliphatiques ([2]), attribuer à des vibrations C — X (X, halogène) certaines bandes d'absorption, à cause des variations particulièrement fortes qu'éprouvaient leurs positions, quand on venait à changer l'halogène. Tant que l'halogène ne se trouve pas substitué directement sur le noyau, cette méthode est applicable et elle conduit, par exemple, pour le chlorure et le bromure de benzyle, à attribuer aux liaisons C — Cl et C — Br deux bandes situées respectivement vers 700 et 602 cm^{-1}. Mais en passant aux composés où l'halogène est fixé directement

([1]) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1011.
([2]) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 65.

sur le noyau, nous avons constaté que l'étude des déplacements des bandes avec la variation de l'halogène ne suffit plus pour débrouiller le spectre. Si nous continuons, par analogie, à parler de vibrations C — X (X, halogène), il faut bien spécifier qu'elles font partie intégrante des vibrations du noyau. Dès lors, il en résulte, d'une part, que les positions des bandes C — X ne sont que relativement peu modifiées par les changements de l'halogène, et, d'autre part, qu'elles apparaissent à des fréquences entièrement différentes de celles que nous avions trouvées antérieurement pour la série aliphatique. Pour obtenir les termes de comparaison qui nous étaient nécessaires, en vue de reconnaître certaines vibrations C — X, nous avons mesuré les spectres d'absorption infrarouges de composés benzéniques dans lesquels l'halogène était remplacé par des groupements NH^2, OH, NO^2, CN. (Nous avons choisi de préférence des composés dont M. Kohlrausch avait déterminé les spectres Raman, et nos résultats seront donnés dans une autre publication.)

Pour les dérivés monohalogénés, nous avons ainsi pu reconnaître des bandes d'absorption qui correspondent probablement à une vibration suivant la valence C — X et qui se placent : pour les fluoro-, chloro-, bromo- et iodo-benzène, respectivement vers 802, 705, 677 et 659 cm^{-1} ; pour les fluoro-, chloro-, bromo- et iodo-ortho-toluène, respectivement vers 749, 680, 655 et 644 cm^{-1} ; pour les fluoro-, chloro-, bromo- et iodo-méta-toluène, respectivement vers 727, 682, 670 et 657 cm^{-1}, et pour les fluoro-, chloro-, bromo- et iodo-para-toluène, respectivement vers 680, 634, 597 et 579 cm^{-1}. Il existe, en outre, d'autres bandes d'absorption très fortes sur lesquelles la modification de l'halogène exerce également une influence notable. Elles se déplacent, par exemple, en examinant successivement les fluoro-, chloro-, bromo- et iodo-benzène de 1201 à 961 cm^{-1} environ, et avec les fluoro-, chloro-, bromo- et iodo-para-toluène, de 1200 à 1042 cm^{-1} environ.

Avec les dérivés di-, tri- ou tétra-chlorés, nous ne pouvons pas encore dire si l'influence de l'halogène se traduit par une bande dont la position varie entre 620 et 665 cm^{-1} ou par une bande qui se trouve entre 820 et 870 cm^{-1}. Nous pensons que l'étude des dérivés bromés ou iodés correspondants permettrait de résoudre cette question.

II. Dans ce qui précède, à de petites différences près dans les fréquences observées, le spectre infrarouge et l'effet Raman (suivant les déterminations de M. Kohlrausch et de ses élèves) permettent d'arriver aux mêmes conclusions. Mais il existe, comme on le sait, des formes de vibration du

noyau benzénique qui ne se traduisent pas à la fois par des bandes Raman ou infrarouges. Ainsi, pour les dérivés mono-halogénés du benzène, une bande Raman, inactive dans l'infrarouge, se place vers 610 cm^{-1} et, inversement, de forts maxima d'absorption infrarouges qui apparaissent vers 684 cm^{-1} et entre 735 et 748 cm^{-1} se présentent comme très faiblement ou complètement inactifs dans l'effet Raman. Certaines de ces bandes (inactives dans l'effet Raman) se retrouvent avec les ortho-toluènes halogénés autour de 745 cm^{-1}, et, avec les méta-toluènes halogénés autour de 680 et de 770 cm^{-1}. Les para-toluènes halogénés constituent un cas particulièrement intéressant. Tout d'abord, la vibration (inactive dans l'infrarouge) que l'effet Raman n'indiquait plus avec les ortho et méta-toluènes halogénés, reparaît ici vers 630 cm^{-1}, ensuite, la vibration C — X que nous avons donnée plus haut est inactive dans l'effet Raman, enfin la vibration voisine de 790 cm^{-1} (qui rappelle celle de 770 cm^{-1} des méta-toluènes halogénés), est ici, active à la fois dans infrarouge et dans l'effet Raman. Seule la comparaison des résultats donnés simultanément par l'infrarouge et l'effet Raman permet d'étudier toutes les formes de vibration du noyau benzénique.

Dérivés cyclohexaniques et naphtaléniques. — Le chlorure et le bromure de cyclohexyle, les α et β chloro et bromo-naphtalènes indiquent que les conclusions que nous venons de donner pour les dérivés benzéniques substitués directement sur le noyau sont encore valables ici. On notera que les spectres de ces dérivés naphtaléniques, substitués en α, diffèrent nettement de leurs isomères substitués en β.

SPECTROSCOPIE. — *Observations sur le second spectre d'étincelle du mercure.* Note de M. **Raymond Ricard**, présentée par M. Charles Fabry.

Les seuls termes connus du second spectre d'étincelle du mercure, Hg III, dérivent des configurations $5d^{10}$, $5d^9 6s$ et $5d^9 6p$ de l'ion Hg^{++}, la première correspondant à l'état normal de l'ion. Ils ont été révisés et complétés récemment par J. E. Mack et M. Fromer ([1]). Les raies d'étincelle que l'on peut ainsi classer sont toutes situées, sauf trois, dans l'ultraviolet de Schumann.

Or l'étude approfondie des spectres d'étincelle du mercure révèle, lorsqu'on utilise pour exciter le spectre la décharge sans électrodes,

([1]) *Phys. Review*, **48**, 1935, p. 357.

l'existence d'un grand nombre de raies d'étincelle intenses, situées dans le spectre visible ou au début de l'ultraviolet; elles forment un groupe E_2, constituant certainement dans cette région spectrale le spectre HgIII ([1]). L'une des raies les plus caractéristiques de ce groupe, $\lambda = 4797,01$, a d'ailleurs été observée par Déjardin dans le spectre de la lumière émise par le mercure excité par choc électronique.

Le potentiel d'excitation de cette raie est d'environ 44 volts, très nettement supérieur à celui des raies des groupes E_1-20 volts et E'_1-30 volts, qui appartiennent sans aucun doute au premier spectre d'étincelle ([2]).

Nous avons pu dégager dans ce groupe de raies quelques régularités qui conduisent à l'identification de 30 termes nouveaux, sans relation d'ailleurs avec ceux qui ont été antérieurement trouvés, et permettant de classer 88 raies d'étincelle. Les termes sont désignés provisoirement par des nombres précédés d'une lettre *a*, *b*, *c*, ou *x*, *y*, suivant leur parité; les termes précédés d'une même lettre peuvent dériver d'une même configuration électronique.

a 1	0	*x* 7°	33226,0	*b* 14	60649,2
a 2	2484,5	*b* 5	49515,0	*y* 8°	75862,4
a 3	3937,1	*b* 6	52313,0	*y* 9°	76254,8
a 4	9543,8	*b* 7	52410,5	*y* 10°	77284,9
x 1°	23849,4	*b* 8	52411,9	*y* 11°	80123,1
x 2°	26294,6	*b* 9	52620,5	*y* 12°	80247,9
x 3°	28970,2	*b* 10	53330,8	*y* 13°	81181,8
x 4°	29007,5	*b* 11	56136,5	*y* 14°	81331,0
x 5°	30569,2	*b* 12	56598,2	*c* 15	104298,8
x 6°	31472,5	*b* 13	56790,8	*c* 16	104950,0

Les combinaisons du terme *x* 6° sont mentionnées ci-après; la liste complète des raies classées paraîtra dans un autre Recueil.

Intensité. St.	P.	N.	R.	λ.	ν.	$\nu_{obs.}-\nu_{calc.}$	Classification.
1	–	5	8	5540,95	18042,5	0,0	*b* 5 – *x* 6°
3	10	30	10	4797,01	20840,5	0,0	*b* 6 – *x* 6°
1	–	–	6	4727,26	21148,0	0,0	*b* 9 – *x* 6°
1	–	–	5	4053,40	24663,7	–0,3	*b* 11 – *x* 6°
1	–	–	4	3978,82	25126,0	+0,3	*b* 12 – *x* 6°
7	7	9	9	3630,65	27535,4	0,0	*x* 6° – *a* 3
–	–	–	7	3426,42	29176,6	–0,1	*b* 14° – *x* 6°
–	–	–	5	3176,52	31471,9	–0,6	*x* 6° – *a* 1

St, Stiles; P, Paschen; N, Naude; R, Ricard.

([1]) L. et E. Bloch, *Journ. de Phys.*, 6e série, **4**, 1923, p. 333; G. Déjardin, *Ann. de Phys.*, **8**, 1927, p. 424; R. Ricard, *Thèse*, Lyon, 1934.

([2]) G. Déjardin, *Annales de Phys.*, 10e série, **11**, 1924, p. 266.

La comparaison des intensités des raies observées par Stiles, Paschen et Naude avec celles que nous avons observées montre bien la supériorité de la décharge sans électrodes pour obtenir l'excitation de toutes les raies d'un spectre donné, dans des conditions qui permettent une bonne discrimination des divers spectres d'étincelle.

OPTIQUE. — *Propriétés optiques superficielles du spath.* Note [1] de MM. **René de Mallemann** et **François Suhner**, présentée par M. Aimé Cotton.

Quand un faisceau de lumière monochromatique, rectilignement polarisé, se réfléchit sur une surface *transparente anisotrope*, sous une incidence quasi *normale*, la lumière réfléchie est généralement elliptique [2]; tout se passe comme s'il existait un retard Δ déterminé entre les deux composantes principales. L'ellipticité dépend de l'azimut du polariseur; elle passe par un maximum pour un azimut très voisin de arc tang K, K désignant le rapport des pouvoirs réflecteurs (amplitudes), tandis que la rotation des axes de l'ellipse est maximum au voisinage de l'azimut arc tang $\sqrt{K}$. L'ellipticité maximum dépend de l'indice n du milieu extérieur; quand cet indice croît à partir de l'unité, l'ellipticité augmente; elle devient égale à ± 1 quand n a une valeur *très voisine* de l'un ou l'autre des deux indices principaux du *milieu* anisotrope, limité par la surface étudiée. Dans ces conditions, les vibrations réfléchies sont *circulaires* et, respectivement de sens contraires. Dans l'intervalle des deux indices principaux, l'ellipticité s'annule pour une certaine valeur de n; la vibration réfléchie est alors rectiligne, quel que soit l'azimut du polariseur; sa rotation est sensiblement égale à la valeur calculée à partir des pouvoirs réflecteurs relatifs [3].

Tous ces faits ont été observés par réflexion normale sur une face d'un prisme de spath, taillée *parallèlement* à l'axe. Il est nécessaire d'opérer en lumière monochromatique parce que l'ellipticité varie beaucoup pour des valeurs peu différentes de l'indice extérieur n, quand cet indice est voisin des indices du spath. Nous avons pu préciser numériquement tous les carac-

---

(1) Séance du 9 décembre 1935.

(2) R. de Mallemann et H. Courtillot, *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 1610.

(3) R. de Mallemann et F. Suhner, *Bull. Soc. fr. de Phys.*, n° 371, 1935, p. 65 S.

tères du phénomène et tracer la courbe des ellipticités maxima en utilisant comme source un arc à mercure de grand éclat, dont on sépare la radiation *verte*.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant [1] :

	Ellipticités :	Rotations :	Δ.	cos Δ.
$n < n_e$	gauches	gauches	+	+
$n = n_e$	″ (+1)	0	$\frac{\pi}{2}$	0
$n_e < n < \nu$	″	droites	+	—
$n = \nu$	0	″	0	−1
$\nu < n < n_0$	droites	″	—	—
$n = n_0$	″ (−1)	0	$-\frac{\pi}{2}$	0
$n > n_0$	″	gauches	—	+

Les ellipticités sont de sens contraires quand on immerge le spath dans un liquide d'indice inférieur à n_e (ou que l'on observe dans l'air), et dans un liquide d'indice supérieur à n_0.

Pour un liquide d'indice $\nu = 1,543$ (mélange de C^6H^6 et CS^2), la vibration réfléchie est rectiligne; elle tourne d'ailleurs par rapport à la vibration incidente d'un angle égal à celui que l'on calculerait pour une surface anisotrope d'indices ν/n_e et ν/n_0.

La rotation des axes s'annule pour une valeur différente : $n = 1,572$, qui est très sensiblement la moyenne des indices ordinaire et extraordinaire; dans ce cas, le rapport des amplitudes réfléchies est égal à -1, mais l'ellipticité maximum atteint 3°.

L'ensemble des observations peut être interprété *quantitativement* en supposant qu'il existe à la surface du spath une couche de transition *isotrope*.

L'indice de la couche est la valeur de n pour laquelle l'ellipticité réfléchie s'annule; en effet, on réalise ainsi la continuité optique à travers la couche.

D'après les résultats numériques, tout se passe comme si les propriétés de cette couche (en particulier son épaisseur) étaient indépendantes du milieu extérieur en contact; on peut donc calculer son épaisseur puisqu'on

(1) Les sens indiqués dans le tableau sont relatifs à l'orientation particulière du polariseur.

connaît son indice. Pour le spath étudié, on trouve $e = 0,012\lambda$, soit environ 70 U.A.

L'existence d'une couche isotrope à la surface *polie* d'un cristal de spath est d'ailleurs prouvée par des expériences d'un genre très différent. Il semble établi que les propriétés de la couche dépendent du polissage, au moins *en partie*. (Nous avons cependant observé des ellipticités peu différentes sur deux spaths qui n'avaient pas été taillés par la même opération.) Quand il s'agit d'une face *naturelle*, c'est-à-dire d'une face de *clivage* qui n'a subi aucune retouche mécanique, les cristallographes pensent que l'arrangement des molécules superficielles est identique à celui des molécules profondes, ce qui vient à dire que la couche de passage n'existe pas.

Nous pensons que cette hypothèse est trop absolue, car l'existence d'une couche particulière à la surface des corps dans leur état naturel est vraisemblable, vu la tendance de l'énergie superficielle à devenir minimum, ce qui correspond à un arrangement isotrope. Dans tous les cas, la mesure de l'ellipticité observée par réflexion normale est une méthode d'étude très sensible des propriétés de la couche de passage.

OPTIQUE. — *Méthode photographique pour déterminer la répartition de l'intensité lumineuse dans les anneaux d'interférence.* Note de M. **Jean Roig**, présentée par M. Aimé Cotton.

I. Les anneaux à l'infini des lames semi-argentées ont été fréquemment utilisés dans l'étude des largeurs ou des structures de raies; des lames fortement argentées (pouvoir réflecteur voisin de 0,85), qui donnent, pour une raie fine et simple, des anneaux brillants très étroits séparés par de larges intervalles obscurs, étalent, suivant un véritable spectre, une raie élargie ou les composantes d'une radiation complexe. La faible quantité de lumière et la nécessité de faire une analyse fine de la figure d'interférences rendent nécessaire l'emploi d'une plaque photographique et d'un microphotomètre. Pratiquement, la plaque enregistre l'image de la fente d'un monochromateur, sur laquelle se dessine la partie diamétrale du système d'anneaux. L'étalonnage photométrique s'obtient par l'emploi d'un secteur tournant, de diaphragmes réglables, ou d'un coin absorbant.

Il y a deux causes essentielles d'erreur :

1° la fente n'est pas uniformément éclairée;

2° la sensibilité de la plaque n'est pas uniforme.

Généralement les auteurs examinent les variations dans l'intensité des maxima et des minima d'anneaux successifs et en déduisent les corrections nécessaires (1); cette précaution atténue les effets de la première source d'erreurs; néanmoins la courbe d'étalonnage peut encore être faussée par l'hétérogénéité des plaques; les écarts sont parfois de 5 pour 100.

II. J'utilise une méthode qui permet de contrôler simultanément l'éclairement de la fente et la sensibilité de la plaque. A cet effet un prisme de Glazebrook et un biréfringent de Wollaston sont interposés sur le faisceau, à la sortie de l'interféromètre; la section principale du polariseur fait un angle θ connu avec un des plans de polarisation du Wollaston. Il se forme sur la plaque deux images verticales A et B de la fente; ces images ont environ 25^{mm} de long, $1^{mm},5$ de large et sont séparées horizontalement par un intervalle de 3^{mm}; au cours d'une première pose je photographie ainsi les anneaux, θ ayant une valeur voisine de 39°. Je supprime ensuite les interférences en intercalant entre les lames semi-argentées une lame de verre (porte-objet de microscope); le polariseur est tourné pour donner à θ la valeur 45°; deux nouvelles poses de durée sensiblement égales sont faites, après avoir déplacé la plaque dans son plan une première fois de $1^{mm},5$ vers la gauche et une deuxième fois de $1^{mm},5$ vers la droite, à partir de la position initiale; de la sorte, chaque image A et B se trouve bordée de deux plages de contrôle a_1 et a_2; b_1 et b_2; a_1 et b_1 ont reçu le même éclairement pendant le même temps, de même a_2 et b_2.

III. Les six images sont étudiées dans les mêmes conditions avec un microphotomètre enregistreur. Des points de A et de B, situés à une même distance du centre des anneaux, sont les images d'un même point de la fente et le rapport de leurs éclairements est $\tan^2\theta$; la comparaison des courbes A et B du microphotogramme permet, par suite, de faire un étalonnage approché de la plaque.

Soient a' et b' les courbes obtenues en prenant sur l'enregistrement les moyennes des ordonnées de a_1 et a_2, b_1 et b_2 respectivement; a' et b' représentent pratiquement ce qu'auraient donné des plages de contrôle enregistrées exactement là où se sont formées les images A et B.

L'examen des courbes a' et b' et l'emploi de la courbe approchée d'étalonnage permettent de corriger simultanément les erreurs dues aux inégalités d'éclairement de la fente et aux variations de sensibilité de la plaque;

---

(1) TOLANSKY, *Proc. Roy. Soc. London*, **146**, 1934, p. 818; SHANE et SPEDDING, *Phys. Rev.*, **47**, 1935, p. 33.

il n'est plus nécessaire de supposer que l'émulsion est uniforme, mais seulement que la pente de la caractéristique de noircissement varie peu selon la partie de la plaque utilisée; cette hypothèse est d'autant plus légitime que les diverses plages à comparer sont distantes de quelques millimètres seulement. L'expérience la justifie.

Les courbes A et B sont ainsi corrigées point par point, la comparaison de leurs nouveaux tracés donne l'étalonnage correct. Il est alors facile de déterminer la distribution de l'énergie lumineuse dans les anneaux en prenant pour unité l'intensité d'un maximum; l'écart entre les diverses courbes expérimentales est au plus le centième de cette valeur.

Une nouvelle série de poses enregistrée sur la même plaque donne un contrôle direct de l'étalonnage, si l'on prend un angle θ tel que le maximum des anneaux de la plage B ait un noircissement voisin du minimum dans A.

IV. La méthode de mesure permet donc la correction des deux erreurs signalées au début de cette Note; il faut remarquer qu'elle élimine, de plus, complètement les nombreuses causes d'erreur telles que : inégalité des temps de pose, variations de la source, effets du traitement chimique subi par les plaques, etc. Enfin, l'étalonnage est établi avec la longueur d'onde à étudier et ne comporte pas les erreurs dues à un éclairage intermittent, comme dans le cas du secteur tournant.

PHOTOGRAPHIE. — *Étude, entre 4000 et 2400 Å, du contraste des plaques traitées par des solutions de salicylate de sodium.* Note (1) de M. TIEN KIU, présentée par M. Charles Fabry.

1. MM. J. et J.-F. Thovert ont montré que le salicylate de sodium permettait de sensibiliser les plaques photographiques usuelles jusque dans l'ultraviolet lointain (2). Je me suis proposé d'étudier, entre 4000 et 2500 Å, les variations du contraste, en fonction de la longueur d'onde, pour des plaques ainsi rendues fluorescentes. Elles étaient immergées pendant 1 minute dans des solutions aqueuses de salicylate de sodium de concentrations variées.

La source utilisée est un diffuseur de plâtre, éclairé par un arc au mercure à enve-

(1) Séance du 9 décembre 1935.

(2) *Bull. Société franç. Physique,* 330, 1932, p. 158 S.

loppe de quartz. La fente du spectrographe à optique de quartz porte un échelon absorbant de quartz platiné par pulvérisation cathodique et préalablement étalonné qui comprend 6 bandes de densités différentes. Une seule pose permet ainsi de construire les courbes de noircissement à éclairement variable et à temps de pose constant. Une série de poses successives, pendant laquelle on maintient invariable le régime de l'arc, permet de construire en outre les courbes de noircissement à temps de pose variable et à éclairement constant.

Les clichés, développés dans un révélateur à grands contrastes au métol-hydroquinone [1], sont étudiés au microphotomètre de Fabry et Buisson.

2. Dans une première série d'expériences, j'ai étudié, entre 3906 et 2753 Å, les plaques Lumière *Opta* et *Étiquette bleue*, sensibilisées dans des solutions à 1 et 2 pour 100 de salicylate.

Pour les plaques *Opta* non traitées, le facteur de contraste γ (à éclairement variable) diminuait rapidement (par exemple de 2,02 à 1,68) entre 3906 et 3341 Å, puis d'une manière presque insensible jusqu'à 2753 Å (par exemple de 1,68 à 1,62). Le facteur de contraste γ' (à temps de pose variable) paraissait décroître davantage et d'une manière un peu plus uniforme, de sorte que le rapport $p = \gamma'/\gamma$ pouvait varier de 0,83 à 0,75 entre 3906 et 2753 Å.

Pour les plaques rendues fluorescentes, γ décroît encore de 3906 à 3341 Å, puis il augmente et devient pratiquement constant à partir de la raie 2967 Å. La valeur limite atteinte croît avec la concentration de la solution de salicylate. Le facteur γ' suit une marche analogue et le rapport p est pratiquement constant (0,83) dans tout l'intervalle étudié [2].

Les plaques *Étiquette bleue* se comportent d'une manière tout à fait semblable.

3. Dans une seconde série d'expériences, j'ai étudié, entre 3341 et 2482 Å, les plaques Guilleminot *Fulgur* et *Superfulgur*, traitées par des solutions de concentrations comprises entre 5 et 20 pour 100.

Ces deux types de plaques conduisent à des résultats identiques. Le tableau ci-après donne, à titre d'exemple, les résultats des mesures faites sur quatre plaques *Superfulgur* développées simultanément, dans le même bain, pendant 10 minutes.

---

(1) F. Baldet, *Bull. Société astronomique de France*, **38**, 1924, p. 383.

(2) La valeur $p = 0,83$ trouvée dans l'ultraviolet pour les plaques *Opta* fluorescentes est identique à celle indiquée par Cabannes et Dufay pour les *Superopta* dans la région bleue (*Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 696).

Longueur d'onde (Å).	Plaque témoin.		Concentrations 5 %.		10 %.	20 %.	
	γ.	p.	γ.	p.	γ.	γ.	p.
3341..........	1,34	0,79	1,60	0,80	1,83	1,98	0,83
3130..........	1,28	–	1,87	–	–	2,18	–
3022..........	1,35	0,80	2,01	0,80	2,15	2,45	–
2967..........	1,33	0,80	2,06	0,78	2,17	2,45	0,88
2893..........	1,31	0,75	2,12	0,78	2,13	2,46	0,85
2803..........	(1,24)	0,70	2,15	0,78	2,19	2,51	0,85
2753..........	(1,23)	–	2,15	–	2,16	–	–
2482..........	1,33	0,75	2,01	0,75	2,16	2,47	0,86

On y retrouve des résultats analogues à ceux qu'avaient fournis les plaques précédentes. L'augmentation du contraste limite avec la concentration de la solution est considérable. Elle accompagne un accroissement de sensibilité presque uniforme pour toutes les radiations étudiées et qui peut être caractérisé par les nombres suivants : si la densité 2,5 est atteinte pour l'éclairement 1 avec une plaque non fluorescente, elle sera atteinte respectivement avec les éclairements 0,68, 0,43 et 0,23 avec les plaques traitées par des solutions de salicylate à 5, 10 et 20 pour 100, le temps de pose restant le même.

4. La constance du facteur de contraste au-dessous de 2967 Å s'explique aisément si toute l'énergie transportée par les radiations ultraviolettes est transformée en rayonnement de fluorescence. Quelques mesures étendues jusqu'à 4916 Å semblent montrer qu'effectivement la valeur limite de γ diffère peu du γ moyen dans la bande de fluorescence (maximum vers 4200 Å). La dépression qui subsiste toujours vers 3341 Å prouve que, pour cette radiation, située trop près du bord rouge de la bande d'absorption, la transformation en rayonnement de fluorescence est incomplète.

Pratiquement, l'immersion dans des solutions de salicylate de sodium permet, non seulement d'augmenter la sensibilité des plaques dans l'ultraviolet, mais encore de stabiliser et d'accroître beaucoup le facteur de contraste, avantage important en photométrie photographique.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur un écart à la loi de Schwarzschild observé avec certaines plaques dans l'ultraviolet.* Note [1] de MM. **Maurice Lambrey** et **Jean Corbière**, présentée par M. Charles Fabry.

Il est classique d'admettre, en première approximation, comme loi du noircissement des plaques photographiques, dans les limites d'exposition normale, la relation

$$d = A + \gamma \log(E t^p),$$

expression où d est la densité de la plaque après traitement complet, E l'éclairement de la plaque pendant la pose et t le temps de pose. A, γ et p sont des constantes.

D'une manière plus générale, on peut admettre une relation telle que

$$d = f(E t^p);$$

p est l'exposant de Schwarzschild.

MM. Fabry et Buisson ont attiré l'attention sur le fait que, dans l'ultraviolet, γ peut varier considérablement [2]. Au cours d'un travail de spectrographie ultraviolette, nous avons rencontré des variations également très importantes de p.

Nous disposions de photographies de spectres continus, réalisées sur une même plaque avec les conditions suivantes :

Éclairement........	E_0	$\frac{E_0}{2}$	$\frac{E_0}{4}$	...	E_0	E_0	...
Temps de pose.....	t_0	t_0	t_0	...	$\frac{t_0}{2}$	$\frac{t_0}{4}$	...

Les réductions d'intensités étaient obtenues au moyen de polariseurs : l'un d'orientation variable, l'autre d'orientation fixe, placés dans cet ordre, et constamment entre source et spectrographe. Les conditions d'exposition étaient normales.

Si, pour une longueur d'onde déterminée, on porte alors sur un même graphique, en ordonnées la densité de la plaque, en abscisses, suivant les cas, soit $\log E_0/E$ (pour les photographies à temps de pose t_0 fixe), soit $\log t_0/t$ (pour les photographies à éclairement E_0 fixe), on obtient deux

---

(1) Séance du 9 décembre 1935.

(2) *Revue d'Optique*, 3, 1924, p. 18.

courbes. Si p est fixe, la première se déduit de la seconde par simple dilatation des abscisses dans le rapport p.

Cela est très loin d'être réalisé.

On peut alors calculer, pour chaque densité d obtenue sur la plaque, une valeur p, en comparant le $\log E_0/E$ (à temps de pose fixe t_0) et le $\log t_0/t$ (à éclairement fixe E_0) correspondant à cette densité d. On obtient alors à titre d'exemple le tableau de résultats suivant :

λ (en Å).	d = 0,1.	0,5.	1.	1,5.	2.	3.	4.
43000 à 3860....	p = 0,93	–	0,94	–	0,95	–	0,96
3810............	0,93	–	0,94	–	0,97	–	1,00
3730............	0,93	–	0,95	–	1,00	1,08	1,15
3660............	0,93	–	0,96	–	1,05	1,15	1,28
3540............	0,93	0,94	0,97	1,05	1,15	1,35	–
3430............	0,87	0,91	0,99	1,17	1,33	–	–
3230............	0,75	0,86	1,04	1,30	–	–	–

Évidemment, les valeurs de p trouvées dépendent non seulement de d, mais aussi de E_0 (ou, si l'on veut, de t_0). En outre nous n'avons étudié qu'un type de plaques (Lumière bleues extra-rapides au gélatino-bromure d'argent). Cependant les très grosses variations de p, dans un intervalle de longueurs d'onde assez restreint, nous ont paru dignes d'être signalées.

RADIOCHIMIE. — *Hétérogénéités dans les cristaux et phosphorescence.* Note de M. **Maurice Curie**, présentée par M. Jean Perrin.

De nombreuses recherches récentes sur la conductibilité à l'obscurité et la photo-conductibilité dans les semi-conducteurs électroniques ont mis en évidence l'importance des niveaux d'hétérogénéité qui existent au sein des niveaux réguliers d'énergie des cristaux [1].

La phosphorescence s'observe précisément dans des corps solides cristallisés qui sont des semi-conducteurs électroniques à la température ordinaire. La phosphorescence de longue durée est liée à la présence de traces d'impuretés et son excitation s'accompagne d'ionisation. Le retour de l'électron de phosphorescence, momentanément fixé dans les niveaux énergétiques du réseau, provoque l'émission de lumière.

Il semble que les *niveaux de fixation momentanée des électrons de phos-*

(1) A.-F. Joffé, *Collection des Actualités scientifiques*, 202, 1935, p. 55 à 57.

phorescence doivent être des niveaux d'hétérogénéité créés dans le réseau au voisinage de l'impureté. Cette conception permet d'envisager l'électron de phosphorescence comme fixé à proximité du centre phosphorogène excité, alors que si l'électron se trouvait dans une des bandes de niveaux énergétiques communes aux atomes du réseau normal il ne serait plus spécialement attaché à son domaine de départ.

Par ailleurs la considération de ces niveaux d'hétérogénéité permet de préciser une hypothèse que j'ai émise pour rendre compte de l'existence des bandes sélectives d'établissement de la phosphorescence de longue durée des sulfures (bande *d* de Lénard) en envisageant un mécanisme par choc de seconde espèce ([1]) : lors de l'absorption *d* certains atomes du réseau sont amenés dans un état excité. Il y a alors choc de seconde espèce sur un électron antérieurement détaché d'un centre luminogène et plus ou moins libre, ce qui permet à l'électron de se soustraire au rappel du centre luminogène et de se fixer plus profondément sur des niveaux d'hétérogénéité du réseau.

Cette hypothèse s'appuye notamment sur le fait que les groupes de bandes *d* d'établissement de la phosphorescence se retrouvent très analogues dans un même réseau diluant avec des phosphorogènes très divers (Walter), le samarium en particulier qui donne cependant un spectre d'émission de lignes et de bandes étroites.

Mais, ainsi que je l'ai vérifié dernièrement en utilisant un manochromateur de quartz à grande luminosité, il n'y a d'absorption *d* qu'en présence d'impureté ([2]) : l'impureté crée dans le réseau des niveaux anormaux d'hétérogénéité et l'absorption *d* peut être attribuée au déplacement d'un électron d'un atome du réseau qui se trouve porté sur un de ces niveaux. On peut envisager ces niveaux d'hétérogénéité comme des transformations des niveaux ordinaires du réseaux et concevoir ainsi la faible influence de la nature du métal phosphorogène, d'ailleurs engagé dans un anion complexe où il est combiné aux anions S^{--}, O^{--} ou halogènes (A. Guntz, R. Schenck).

On pourrait encore chercher à exprimer les idées exposées ici en envisageant la formation et la rupture de liaisons chimiques (du genre coordinence); mais ceci introduit de nouvelles hypothèses sans contre-partie.

---

(1) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1566, et Conférences-rapport de la Société de Physique, *Luminescences des corps solides*, 1934.

(2) Voir aussi R. TOMASCHEK, *Sitzungsber. Marburg*, 63, 1929, p. 119 et S. ROTHSCHILD, *Phys. Zeit.*, 35, 1934, p. 557.

RAYONS X. — *Le rôle de la fente dans la répartition des intensités des raies d'un diagramme de poudre.* Note (¹) de M. **Anatole Rogozinski**, présentée par M. Jean Perrin.

1. On détermine habituellement l'angle de Bragg qui correspond à un anneau ou à une raie, dans un diagramme de poudre, en se référant à la position de leur maximum d'intensité. Cette manière de procéder conduit, dans certains cas, à des erreurs dont il faut tenir compte dans les mesures de précision. Nous nous proposons d'examiner ici l'effet d'un facteur, dû à la largeur de la fente utilisée comme collimateur, effet dont nous envisagerons un des aspects très simples. Une étude plus complète paraîtra dans un autre Recueil.

2. Nous admettrons que : 1° le faiseau de rayons X est parallèle et d'intensité uniforme; il est limité par un collimateur en forme d'une fente de largeur $2e$, de longueur infinie et d'épaisseur quelconque; 2° la préparation est constituée par une *bande cristalline* (B) de largeur égale à $2e$, de longueur infinie et d'épaisseur suffisamment faible par rapport à sa largeur pour que les phénomènes d'absorption puissent être négligés; elle est, en outre, disposée normalement au faiseau et se trouve entièrement irradiée par lui; 3° toute la radiation diffractée par chacune des particules de la préparation est rigoureusement localisée dans la direction définie par l'angle correspondant de Bragg : c'est ce que nous appellerons par la suite *réflexion* φ; 4° la plaque photographique (P), parallèle à la bande cristalline, est disposée à une distance D de celle ci.

Considérons d'abord le cas, où la largeur $2e$ de la préparation est infiniment petite. Soit O_1V une direction normale au faiseau et contenue dans (P), O_1 désignant un point quelconque de la trace du faisceau sur la plaque. Une réflexion φ donnerait alors une raie infiniment étroite à une distance (de O_1)

$$R = D \tan 2\varphi. \tag{1}$$

Mais il n'en est plus de même, lorsque la largeur $2e$ a une valeur finie : *La raie devient diffuse et s'étend jusqu'au centre* O_1. *Le maximum d'intensité subit un déplacement.*

Ces phénomènes s'expliquent de la manière suivante. Le rayonnement

(¹) Séance du 9 décembre 1935.

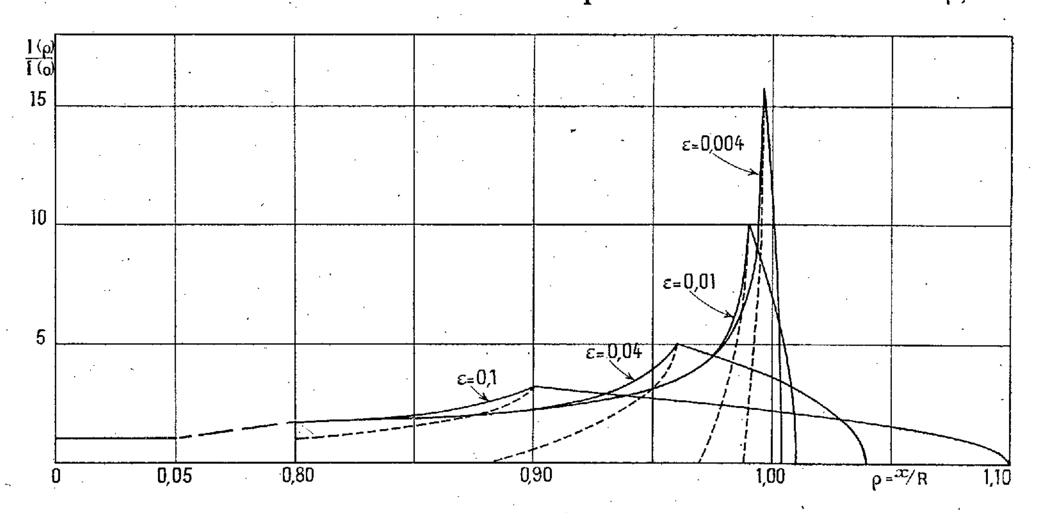
qui parvient à un point quelconque P_1, situé sur O_1V, et tel que

$$(2) \qquad O_1P_1 = x = D \tan \alpha,$$

émane non pas d'un seul point de la préparation, mais de toute une portion de celle-ci. *Cette portion est définie par l'intersection de la bande avec le cône d'ouverture* 4φ, *de sommet* P_1 *et d'axe normal à la plaque.* On trouve ainsi que l'intensité au point P_1 a pour valeur (voir figure).

$$(3) \quad I(\rho) = k[\arc\cos(\rho - \varepsilon) - \arc\cos(\rho + \varepsilon)] \qquad \left(\rho = \frac{x}{R}, \varepsilon = \frac{e}{R}, k = \text{const.}\right).$$

3. En examinant la courbe ci-dessous qui donne I en fonction de ρ, on



peut constater que le maximum aigu d'intensité ne détermine point la grandeur R et, par conséquent, l'angle de Bragg φ. *Ce maximum se trouve à une distance* $R(1 - \varepsilon)$ *du centre* O_1 (¹), de manière que l'erreur commise, en négligeant l'effet de fente, devient

$$(4) \qquad \left|\frac{\Delta d}{d}\right| = \frac{1}{2} \cot\varphi \cos^2 2\varphi \frac{e}{D},$$

où d désigne la distance réticulaire qui correspond à la réflexion φ.

Notons que, si l'on se sert de la réflexion φ pour déterminer la longueur d'onde correspondante λ (d étant alors connu avec précision), on commet une erreur $|\Delta\lambda/\lambda|$ de même valeur absolue que $\Delta d/d$.

(¹) On peut démontrer de la même façon l'existence d'un faible déplacement du maximum même dans le cas d'un collimateur à trou circulaire.

4. On peut démontrer facilement que le rapport τ, que nous appellerons *taux d'amplification d'intensité*, entre l'intensité maximum $(I_{max})_F$ obtenue en faisant emploi d'une fente, et l'intensité maximum $(I_{max})_T$ que donnerait dans les mêmes conditions un collimateur à trou circulaire de diamètre égal à la largeur $2e$ de la fente, est

$$\tau = \frac{(I_{max})_F}{(I_{max})_T} \simeq 2\sqrt{\frac{1}{\varepsilon}} = 2\sqrt{\frac{R}{e}}. \tag{5}$$

Ainsi donc, l'emploi d'une fente a pour effet d'accroître considérablement l'intensité du maximum d'intensité d'une raie isolée et, par conséquent, de réduire dans le même rapport le temps de pose relatif à la même réflexion. Si l'on prend par exemple $\varepsilon = 0{,}01$, on trouve $\tau = 20$.

5. On peut supprimer, presque entièrement, la partie diffuse (sur la figure, à gauche du maximum) d'une *raie déterminée*, en donnant à la bande cristalline une longueur

$$h \simeq 4R\sqrt{\varepsilon} = 4\sqrt{Re}. \tag{6}$$

La nouvelle répartition d'intensité qui en résulte se traduit alors par les courbes en traits interrompus sur la figure.

6. Dans la spectrographie des rayons X à l'aide d'un cristal, on doit s'attendre à des effets analogues à ceux qui font l'objet de la présente Note, lorsque le réseau cristallin est affecté d'une perturbation (déformation plastique, structure en mosaïque, etc.), ou encore lorsque le rayonnement X émane d'une source étendue.

RAYONS X. — *Nouvelles données sur les spectres* K *du molybdène et du rhodium.* Note de M. **Horia Hulubei**, présentée par M. Jean Perrin.

L'analyse de clichés obtenus à l'aide d'un grand spectrographe pour rayons X et γ [1] fournit des résultats complémentaires sur les spectres $K\beta$ du molybdène et du rhodium [2], résultats qui peuvent être utiles dans la théorie générale des spectres. Avec des lames courbes de mica ou de quartz [3] ayant 150^{cm} de rayon, la dispersion atteint 1 u. x. par millimètre.

---

(1) H. Hulubei et Y. Cauchois, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 857.
(2) H. Hulubei et Y. Cauchois, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1294 et 198, 1934, p. 1222.
(3) H. Hulubei, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1530.

Pour la première fois, à ma connaissance, β_2, β_4 et β_6 sont alors dédoublées dans cette région spectrale, et β_5 pour ces éléments. Malgré le défaut de focalisation les raies normales apparaissent plus fines que ne laissaient prévoir des mesures récentes (¹).

β_4 se résout ici à l'œil nu en deux raies distinctes, d'intensités peu différentes, la plus molle étant peut-être elle-même double. Leur identification est difficile, les niveaux extérieurs de ces atomes n'étant pas connus avec précision. Les valeurs données par les spectres mous (²) m'ont fait identifier β_4^{I} à $KN_{IV,V}$. Pour β_4^{II} il intervient peut-être un niveau extérieur de l'atome plus énergique que $N_{IV,V}$, comme ceux qui se manifestent dans l'émission M (³), mais il peut aussi s'agir d'une émission hors diagramme (β''' ?). Les discontinuités K apparaissent plus courtes que β_4^{I} ; une faible raie d'émission, peut-être $KO_{II,III}$, se dessine sur chacune.

β_5 est un doublet fin dû aux deux émissions de quadrupôles KM_{IV} et KM_{V}; la composante longue est la plus faible; la séparation mesurée est un peu plus grande que celle prévisible d'après les spectres L et M. La finesse des composantes est remarquable et s'explique par la nature de cette émission (quadrupôles) : « largeur au demi-maximum de chaque composante », environ pour Mo; 0,12 u. x., soit 3,8 volts; pour Rh, 0,09 u. x., soit 3,8 volts; alors que pour Ag $K\alpha_1$ je trouve 0,22 u. x. soit 8,7 volts.

β_2 (largeur totale environ 0, 35 u. x.) est asymétrique vers les grandes ondes (⁴). Les microphotogrammes de spectres de troisième ordre, donnés par un mica de bonne qualité cristalline, révèlent une séparation partielle des composantes KN_{II} et KN_{III}, d'où, pour la première fois, la séparation des niveaux N_{II} et N_{III} pour ces éléments. La mesure des raies KN_{II} a été faite par rapport aux valeurs connues (²) de β_2 considérées égales à KN_{II}.

Les poses longues montrent toutes les raies *hors diagrammes* que nous avions déjà mesurées pour ces éléments et que nous savions être beaucoup plus larges que les raies de dipôles. Certaines sont peut-être résolubles. Il est possible de distinguer ici à la place de β_6 deux émissions voisines mais distinctes; on comprend alors les irrégularités dans le comportement de β_6 et les écarts entre les mesures d'auteurs différents, dans cette région du tableau périodique. La variation de la différence de fréquence rapportée à β_1 pour β'', que l'on connaît pour les atomes légers, fait penser que β_6^{II} ne serait autre que β'' pour les deux éléments étudiés. Les émissions β_6 et β_7,

(¹) S. K. Allison, *Phys. Rev.*, 44, 1933, p. 63.
(²) M. Siegbahn, *Spektroskopie der Röntgenstrahlen*, 2ᵉ Aufl.
(³) M. Siegbahn et T. Magnusson, *Zs. f. Phys.*, 88, 1934, p. 559.
(⁴) *Loc. cit.*, note (¹) de la page précédente.

pour tous les éléments où elles ont été mesurées, semblent dues aux « double sauts électroniques » $KM_{III} + M_I M_{III}$ ou $KM_{III} + M_I M_{II}$ pour β_6, $KM_{II} + M_I M_{II}$ pour β_7, les niveaux énergétiques étant peut-être un peu perturbés par rapport à ceux de l'atome normal. L'intensité du noircissement général augmente sur mes clichés depuis β_2^{II} jusqu'à β_1 ; on ne peut dire s'il s'agit d'une émission continue ou d'une apparence due à la présence de raies faibles et à la surexposition de β_1. Bloch et Ross [1], négligeant d'ailleurs la présence de β_6 et β_7, avaient cru observer que le fond continu s'intensifie par paliers de β_5 à β_1 et donné une interprétation théorique de ce fait. Les positions des deux premiers paliers mesurés par eux pour le molybdène coïncident avec le commencement de β_6^{I} et de β_6^{II}.

TABLEAU.

Raie.	Passage.	λ		λ u. x.	ν/R exp.	ν/R calc.
Mo $K\beta_2^{I}$	KN_{III}	619,698	(S)	–	1470,515	
Mo $K\beta_2^{II}$	KN_{II}	–		619,78	1470,31	
Rh $K\beta_2^{I}$	KN_{III}	533,96	(S)	–	1706,64	
Rh $K\beta_2^{II}$	KN_{II}	–		534,06	1706,30	
Mo $K\beta_4^{I}$	$KN_{IV,V}$	618,64	(H. C)	618,73	1472,81	$K\alpha_1 + L\beta_2 = 1473,01$
Mo $K\beta_4^{II}$	–	–		618,95	1472,28	
Rh $K\beta_4^{I}$	$KN_{IV,V}$	532,94	(H. C)	532,94	1709,89	$K\alpha_1 + L\beta_2 = 1710,02$
Rh $K\beta_4^{II}$	–	533,11	(H. C)	533,17	1709,15	
Mo $K\beta_5^{I}$	KM_V	625,67	(H. C)	625,62	1456,59	$K\alpha_1 + L\alpha_1 = 1456,33$ $K\beta_1 + (M_{III}M_{IV,V}) = 1456,43$
Mo $K\beta_5^{II}$	KM_{IV}			625,78	1456,21	$K\alpha_1 + L\alpha_2 = 1456,14$ $K\beta_3 + (M_{II}M_{IV}) = 1456,18$
Rh $K\beta_5^{I}$	KM_V	540,02	(H. C)	539,92	1687,79	$K\alpha_1 + L\alpha_1 = 1687,57$ $K\beta_1 + (M_{III}M_{IV,V}) = 1687,52$
Rh $K\beta_5^{II}$	KM_{IV}			540,09	1687,25	$K\alpha_1 + L\alpha_2 = 1687,24$ $K\beta_3 + (M_{II}M_{IV}) = 1687,14$
Mo $K\beta_6^{I}$	–	627,54	(H. C)	627,23	1452,85	$(KM_{III} + M_I M_{III} = 1452,5)$
Mo $K\beta_6^{II}$	–			627,71	1451,74	$(KM_{III} + M_I M_{II} = 1451,2)$
Rh $K\beta_6^{I}$	–	541,56	(H. C)	541,47	1682,95	$(KM_{III} + M_I M_{III}) = 1683,2$
Rh $K\beta_6^{II}$	–			541,76	1682,05	$(KM_{III} + M_I M_{II}) = 1681,4$
Mo lim abs K		618,48	(C. R)	618,52	1473,31	
Rh lim abs K		532,88	(C. R)	532,70	1710,66	
Mo $K\beta_{10}$	–	–		650,53	1445,24	
Rh $K\beta_{10}$	–	–		544,06	1674,94	

S = Siegbahn; H. C = Hulubei et Mlle Cauchois; C. R = Carlsson et Ray [2].

---

[1] F. BLOCH et P. ROSS, *Phys. Rev.*, 47, 1934, p. 884.

[2] CARLSSON INGELSTAM et RAY, *Zs. f. Phys.*, 88, 1934, p. 218.

Au voisinage immédiat de β_1 j'ai observé un nouveau satellite faible dont la mesure est difficile car l'accroissement du temps de pose le fait disparaître dans le voile dû à la surexposition de β_1. Je n'ai pu pointer un satellite visible très près de β_2 vers les grandes ondes.

RAYONS X. — *Nouvelles données sur le spectre K du cuivre.*

Note de Mlle **Yvette Cauchois**, présentée par M. Jean Perrin.

Le spectre K du cuivre a fait l'objet de nombreuses études; les raies fortes ont été mesurées avec précision ([1]). Dernièrement H. Hulubei en a analysé l'émission α *hors diagramme* ([2]). Des clichés obtenus dans les mêmes conditions expérimentales permettent de coordonner et compléter les observations antérieures pour la région β. La dispersion est ici d'environ 4,7 u.x. par millimètre; le pouvoir de résolution est assez élevé pour révéler la complexité des émissions β_1 et β_5.

L'émission de dipôle $\beta_{1,3}$ est encadrée de deux satellites proches; le plus long β' est aussi le plus intense, le plus net et le plus séparé; le plus court, observé récemment par Bearden et Shaw ([3]) pour Cu, Zn, Ge et Ga, a été identifié par eux à β''; la variation de la différence de fréquence relative à β_1 pour les éléments légers pour lesquels β'' est connue, ne justifie pas cette identification; il s'agit plutôt de β_{10} décelée par H. Hulubei pour Mo et Rh ([4]). Kawata ([1]) situe β'' à 1382,2; à cet endroit mes clichés ne montrent qu'une émission diffuse, peut-être deux raies pâles 1381,3 et 1383,3 (dont la mesure est difficile). Deux raies paraissent en outre sur mes clichés; provisoirement l'une a été identifiée à β_6, l'autre pourtant un peu plus forte, à β_7; des mesures complémentaires pour les éléments de numéro atomique 29 à 37 au delà duquel β_6 et β_7 sont bien étudiées seraient nécessaires. Au delà de β' vers les grandes ondes apparaissent une série de raies floues, d'intensités décroissantes; la raie η de Beuthe ([1]) n'est pas mesurable.

La raie forte 1378,24 u. x. est généralement attribuée au passage $KM_{IV,V}(\beta_5)$. Cependant les clichés obtenus ici montrent pour la pre-

([1]) M. Siegbahn, *Spektroskopie der Röntgenstrahlen*, 2e Aufl.

([2]) *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 544.

([3]) *Phys. Rev.*, **48**, 1935, p. 18.

([4]) *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 1356.

mière fois que cette émission est un doublet serré dont la composante longue est un peu plus faible que la plus courte qui est elle-même asymétrique vers les courtes ondes. L'émission globale β_5, β_2 du zinc, étudiée dans les mêmes conditions, montre la même allure générale, mais avec une séparation beaucoup plus complète des deux composantes fortes. Pour le cuivre j'ai donc identifié, par comparaison, le satellite long à β_5 dont je donne la mesure par rapport à la composante courte, identifiée à $\beta_2(KN_{II,III})$ pour laquelle j'ai adopté $\lambda = 1378,24$ [*loc. cit.*, note (1), p. 1359]. L'asymétrie de Cu β_2 et Zn β_2 vers les courtes ondes manifeste peut-être l'émission $KN_{IV,V}(\beta_4)$; les séparations β_2, β_4 seraient alors pour les deux éléments de l'ordre de 0,3 u. x. Enfin certains clichés fins montrent un dédoublement partiel de $\beta_{1,3}$, ce qui donne pour la première fois l'ordre de grandeur de la séparation $M_{II}M_{III}$ dans cette région du tableau périodique.

Vers les courtes ondes par rapport à β_2 deux raies bien séparées se dessinent nettement, même après des poses courtes. L'une est β'''. L'autre β'''_{II} est donnée ici pour la première fois; on ne peut dire s'il s'agit de β'''', connue pour quelques éléments beaucoup plus légers. Une série de bandes floues, peu contrastées, s'étendent très loin vers les courtes ondes et doivent être dues, pour la plus grande part, à l'absorption propre dans l'anticathode, l'excitation ayant eu lieu sous au moins 40 KV. Cependant une étude approfondie dirait peut-être si des processus d'émission ne jouent pas concuremment pour produire ces apparences, surtout au voisinage immédiat de la discontinuité principale d'absorption. J'ai refait des spectres d'absorption en plaçant une feuille de cuivre rouge laminée ($0^{mm},02$ d'épaisseur) sur la fenêtre de sortie d'un tube à anticathode de tungstène. Dans la discontinuité d'absorption la chute d'intensité se fait en deux temps : une première discontinuité K_1, très nette, est suivie d'une deuxième, K_2, peut-être elle-même double. La comparaison des longueurs d'onde montre que β''' et β'''_{II} se placent à la base des discontinuités K_1 et K_2 du côté des courtes ondes. Il n'est donc pas impossible que K_1 et β''' et de même K_2 et β'''_{II} mettent en jeu les mêmes niveaux de l'atome respectivement dans l'absorption et dans l'émission. Pour le cuivre le niveau $N_{II,III}$ lui-même est encore vide d'électron et β_2 est une raie *semi-optique;* β''' et β'''_{II} correspondent peut-être à la combinaison du niveau K avec des niveaux optiques encore moins profonds que $N_{II,III}$; ces raies, ainsi peut-être que certaines des bandes floues de fréquences encore plus grandes, dont j'ai parlé plus haut, ne pourraient-elles être émises lors du remplissage du niveau K, initialement ionisé, par des électrons complètement extérieurs à

l'atome dont les énergies seraient quantifiées (électrons de conductibilité)? β''' a été attribuée à l'émission d'atomes multiplement ionisés [*loc. cit.*, note (¹), p. 1359].

TABLEAU.

29 Cuivre :	λ.	ν/R.	Observations d'autres auteurs.
$\beta_3 = KM_{II}$	1389,74	655,712	—
$\beta_5 = KM_{IV,V}$	1378,68	660,972	—
β_0 (?)	1405,7 1404,9	648,26 648,62	Beuthe η 1407,3
	1396,7	652,44	—
	1395,6	652,96	—
	1393,72	653,83	—
	1392,48	654,42	Dauvillier 1392,8
β'	1390,73	655,245	Dauvillier 1389,8 Bearden Shaw 1390,7
β_{10} (?)	1388,50	656,298	Bearden Shaw β'' 1388,4
β_7 (?)	1384,5	658,19	—
β'' (?)	1383,4 1381,3	658,72 659,72	Kawata β'' 1382,19
β_6 (?)	1380,2	660,24	—
β'''	1376,92	661,817	Dauvillier 1376,0 Bearden Shaw 1376,8
$\beta'''_{II}[\beta''''(?)]$	1376,06	662,23	—
Absorption K K_1	1377,98	661,308	Lindh 1378,08
Absorption K K_2	1376,3	662,12	Lindh 1377,0
30 Zinc :			
$\beta_5 = KM_{IV,V}$	1281,91	710,869	Beuthe 1281,9 Bearden Shaw 1282,22

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur quelques propriétés des séries radioactives.* Note de M. É. **Lopoukhin**, présentée par M. Jean Perrin.

La désintégration radioactive étant strictement liée à la structure du noyau atomique, il est d'un certain intérêt de poursuivre, même d'une façon tout à fait formelle, les différentes phases que présente cette désintégration au point de vue d'un des modèles du noyau. D'après un des récents modèles, dû à F. Perrin (¹), le noyau est composé de $(A - 2Z)$ neutrons et $Z/2$ particules α, si Z est pair, ou de $(A - 2Z + 1)$ neutrons,

(¹) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1343.

[Z/2] particules α et un proton libre, dans le cas où Z est impair, Z et A signifiant respectivement le numéro atomique et massique de l'élément et [Z/2] l'entier de la demi de Z.

En se basant sur ce modèle et en adoptant les formules citées aux noyaux de tous les éléments radioactifs connus, on peut constater dans toutes les trois séries de U — Ra, Th et Ac, l'existence de trois phases symétriques de la désintégration radioactive. La première phase qui comprend les éléments en commençant de UX, Th et UY jusqu'à Io, RdTh. et Rd Ac, présentant une désintégration α et deux β, a pour résultat final la perte de quatre neutrons, laissant le nombre des particules α intact. Dans la seconde phase, à partir de Io, RdTh et RdAc et finissant par RaB, ThB et AcB, il se produit une perte de quatre particules α, tandis que le nombre des neutrons reste toujours le même. Enfin, dans la troisième phase à double désintégration formée des éléments placés entre RaB, ThB et AcB et RaD et les produits finals ThD et AcD, il s'effectue de nouveau une perte de quatre neutrons sans changement de nombre des particules α. Dans la série U — Ra ces trois phases sont précédées d'une perte d'une particule α par UI, vu que cet élément en contient une en plus que Th et UI, et suivies encore par une phase III *bis*, composée des éléments à partir de RaD jusqu'au produit final RaG, dans laquelle une perte de quatre neutrons a lieu, le nombre des particules α restant le même.

Les mêmes phases I, II et III ont lieu pour les séries de Th et d'Ac avec le même nombre de particules α dans les noyaux et le nombre des neutrons diminué de 2 pour la série de Th et de 3 pour celle d'Ac.

Outre ces phases de désintégration radioactive, qui paraissent être une des propriétés des plus caractéristiques de cette désintégration, qu'on peut noter comme une règle de la perte consécutive de quatre particules, il est facile d'établir encore les conditions suivantes de la désintégration, en se basant toujours sur le même modèle de noyau :

1° Le nombre des neutrons (N_n) dans les noyaux de tous les éléments radioactifs est compris dans les limites $N_\alpha \leq N_n \leq N_\alpha + 9$, N_α étant le nombre des particules α dans le noyau.

2° Les éléments aux plus bas numéros atomiques (81 et 82), qui contiennent dans leur noyau $40\alpha + p$ et 41α éprouvent seulement une désintégration β à condition que $N_n \geq 46$. Les isotopes de ces éléments ayant un moindre nombre de neutrons ne sont pas radioactifs.

3° Les éléments à numéro atomique 83, au noyau contenant $41\alpha + p$, qui se trouvent dans l'intervalle entre les éléments présentant une désinté-

gration β et ceux des numéros atomiques plus élevés, capables de désintégration α, sont soumis à une double désintégration à condition que $N_n \geqq 46$; si $N = 45$, il s'effectue seulement une désintégration β (Ra_{83}^{210}); si $N_n < 45$, l'isotope n'est pas radioactif (Bi_{83}^{209}).

4° A partir des éléments contenant dans leur noyau pas moins de 42 particules $\alpha (z \geqq 84)$ tous les isotopes des éléments comme désintègrent en émettant des particules α à condition que $N_n \leqq 50$; dans le cas où $N_n > 50$ ces éléments produisent une émission β. Les seules exceptions de cette règle sont

$$Ac_{89}^{227} = 50n + 44\alpha + p(\beta),$$
$$Th_{90}^{232} = 52n + 45\alpha(\alpha)$$

et

$$UI_{92}^{238} = 54n + 46\alpha(\alpha),$$

une exception pour chaque série.

Ce nombre 50 qui sert de limite à la quantité des neutrons déterminant le caractère de la désintégration, comme il est facile à voir, est égale à la moitié du nombre total des particules du noyau de UI, le nombre maximum pour les éléments connus. Par conséquent et conformément à la règle de la perte de quatre particules trouve aussi sa raison d'être le nombre 46 qui sert de limite inférieure à la quantité des neutrons des éléments radioactifs de bas numéros atomiques.

Il faut remarquer que la règle de la perte de quatre particules établie sur la base du modèle du noyau choisi s'adapte parfaitement à un autre modèle fait de neutrons et de protons proposé par Heinsenberg [1]. On doit seulement avoir en vue que la perte de 8 protons et 8 neutrons qui s'effectue dans la deuxième phase est équivalente à la perte de 4 particules α.

PHYSIQUE ATOMIQUE. — *Sur l'accord des bilans d'énergie nucléaires avec les masses expérimentales des éléments légers.* Note de M. **Louis Cartan**, présentée par M. Maurice de Broglie.

On sait que les masses des corps simples, exprimées dans l'échelle physique $^{16}O = 16$, sont approximativement des nombres entiers : chacun d'eux est composé d'un nombre entier de constituants élémentaires (neutrons et protons) dont la masse est voisine de l'unité. On sait aussi

---

(1) *Zeits. f. Phys.*, 77, 1932, p. 1.

que la masse d'un corps stable est légèrement inférieure à la somme des masses de ses constituants. Ce *défaut de masse* mesure l'énergie de liaison des constituants élémentaires dans le noyau par application de la formule d'Einstein exprimant l'équivalence entre la masse et l'énergie

$$W = mc^2;$$

0,001 unités de l'échelle des masses correspondent à $0,93.10^6$ électrons-volts.

D'excellentes mesures des masses isotopiques ont été effectuées au spectrographe de masse par Aston (1) et Bainbridge (2) principalement, avec une précision de l'ordre du dix-millième. Pour les éléments légers l'erreur possible est de l'ordre du million de volts, donc faible. D'autre part, lors des transmutations nucléaires, l'énergie absorbée ou émise par les corps bombardés ou produits est la balance des énergies de liaison mises en jeu et est souvent mesurable avec une bonne précision. Il est facile de la comparer au *bilan d'énergie* qui résulte des mesures directes de masses. Or cette comparaison n'est pas toujours favorable. Dans plusieurs cas le désaccord excède largement les limites d'erreurs annoncées par les expérimentateurs.

C'est pour résoudre ce désaccord que deux essais ont été tentés presque simultanément par Bethe (3) d'une part, Oliphant, Kempton et Lord Rutherford (4) d'autre part. Sans remettre en cause l'ensemble des mesures de masses, ces quatre auteurs partent d'une remarque commune : seule la masse de l'hélium a été déterminée directement par rapport à l'étalon $^{16}O = 16$. La détermination des masses des autres éléments dépend dans une plus ou moins large mesure de celle de cette masse initiale. Une légère erreur sur cette première mesure retentit donc, sur chacune des suivantes, de quantités qu'il est aisé de calculer.

Oliphant et ses collaborateurs appliquent ce tableau de corrections au bilan d'énergie de la réaction nucléaire :

$$^{9}Be + {}^{1}H = {}^{6}Li + {}^{4}He$$

(1) *Mass Spectra and Isotopes*, London, 1933.
(2) *Phys. Rev.*, **42**, 1932, p. 1; **43**, 1933, p. 103, 367, 424; **44**, 1933, p. 56, 57.
(3) *Phys. Rev.*, **47**, 1935, p. 633, 795.
(4) *Proceed. Roy. Soc. London*, A, **150**, 1935, p. 241.

et proposent de remplacer la masse d'Aston He = 4,00216 par la nouvelle valeur He = 4,0034. Bethe propose He = 4,00336 en établissant le contact entre l'hélium et l'oxygène par le moyen d'une chaîne de réactions nucléaires. Mais cette méthode ne peut être regardée comme très précise, car on y additionne les incertitudes de sept bilans d'énergie qui ne sont pas toujours bien connus. Quant au tableau de corrections d'Oliphant, il s'est montré sujet à revision en ce qui concerne le carbone et le béryllium, depuis qu'Aston, dans un travail récent ([1]), a modifié ses nombres primitifs. Or la correction du béryllium joue un rôle essentiel dans le calcul d'Oliphant.

Nous avons repris et modifié le tableau d'Oliphant, en tenant compte du dernier travail d'Aston et procédant à une revision systématique des principales mesures de masses et de leurs limites d'erreurs. Sur cette base et en utilisant certaines valeurs fournies par les spectres de bandes, nous avons déterminé indépendamment quatre valeurs de la correction à apporter à la masse de l'hydrogène H = 1,00778 (elle-même liée à He = 4,00216), par le moyen des réactions nucléaires suivantes, choisies parmi une trentaine comme les plus sûres pour ce calcul :

Réaction nucléaire.	Correction sur H $\times 10^5$.
$^{11}B + ^{1}H = 3.^{4}He$	+ 29 (± 13)
$^{9}Be + ^{1}H = ^{6}Li + ^{4}He$	+ 42 (± 17)
$^{10}B + ^{2}H = 3.^{4}He$	+ 16 (± 24)
$^{10}B + ^{2}H = ^{11}B + ^{1}H$	+ 34 (± 10)

Les deux derniers nombres sont moins sûrs. Tous concordent cependant sur une valeur moyenne 32 ± 8. On peut voir dans cette concordance une nouvelle confirmation expérimentale de l'équivalence entre la masse et l'énergie.

Nous proposons donc le tableau suivant des masses des atomes légers ([2]) :

^{1}n = 1,0083 ([3]) ± 0,0005,	^{7}Li = 7,0167 ± 0,0012,
^{1}H = 1,00810 ± 0,00010,	^{9}Be = 9,0152 ± 0,0010,
^{2}H = 2,0143 ± 0,0002,	^{10}B = 10,0141 ± 0,0009,
^{4}He = 4,0034 ± 0,0003,	^{11}B = 11,0109 ± 0,0010,
^{6}Li = 6,0166 ± 0,0010,	^{12}C = 12,0037 ± 0,0010.

([1]) *Nature* (London), 135, 1935, p. 541.

([2]) Les limites d'erreurs citées n'ont qu'environ 1 chance sur 20 d'être dépassées; elles donnent donc plus de sécurité que l'erreur probable habituellement indiquée.

([3]) Chadwick et Goldhaber, *Nature* (London), 134, 1934, p. 237.

Ce tableau ne diffère sensiblement de celui d'Oliphant que par les masses du carbone et du béryllium. Cette dernière n'est cependant pas assez élevée pour que la question de la stabilité de cet élément puisse être raisonnablement remise en cause. En effet

$$^4_2He + ^4_2He + ^1_0n = 9,0151 \pm 0,0011.$$

Il est seulement probable que la masse de Bainbridge ([1]) est un peu forte et que l'énergie de liaison du noyau de béryllium est faible ([2]).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le potentiel d'oxydoréduction de la réductone.* Note de M. **René Wurmser** et Mme **Nélicia Mayer**, présentée par M. Georges Urbain.

Des recherches préliminaires ([3]) ont montré que la forme énolique de l'aldéhyde tartronique OH.CH:C(OH).CHO, désignée sous le nom de réductone par v. Euler et Martius, s'oxyde réversiblement en présence d'iode. Nous avons pu maintenant faire l'étude quantitative de l'équilibre entre la réductone et son produit d'oxydation qui est le propanone-dial OHC.CO.CHO ou son hydrate.

Les leucodérivés de matières colorantes électroactives ont une très grande mobilité chimique, et l'on peut, en les mettant en présence de la réductone oxydée, obtenir rapidement un état d'équilibre qu'une mesure électrométrique permet de définir exactement. La rapidité de la mise en équilibre est importante à cause de la stabilité assez faible de la réductone.

La concentration de la réductone dans les solutions employées était 10^{-3} ou $0,5.10^{-3}$ moléculaire, celle du leucodérivé (mono- et di-sulfonate d'indigo, bleu d'alizarine) 10^{-3} à 10^{-4}M. Les solutions contenaient en outre des tampons de phosphates ou d'acétate de sodium, suivant l'activité des ions H^+ que l'on voulait obtenir.

La variation du potentiel E_H était suivie, pendant 2 à 3 jours, jusqu'à ce que l'équilibre fut atteint. On calculait alors, grâce à des déterminations préalables (à la température des expériences, 38°C.) des potentiels normaux

---

([1]) Bainbridge, *Phys. Rev.*, 43, 1933, p. 367.

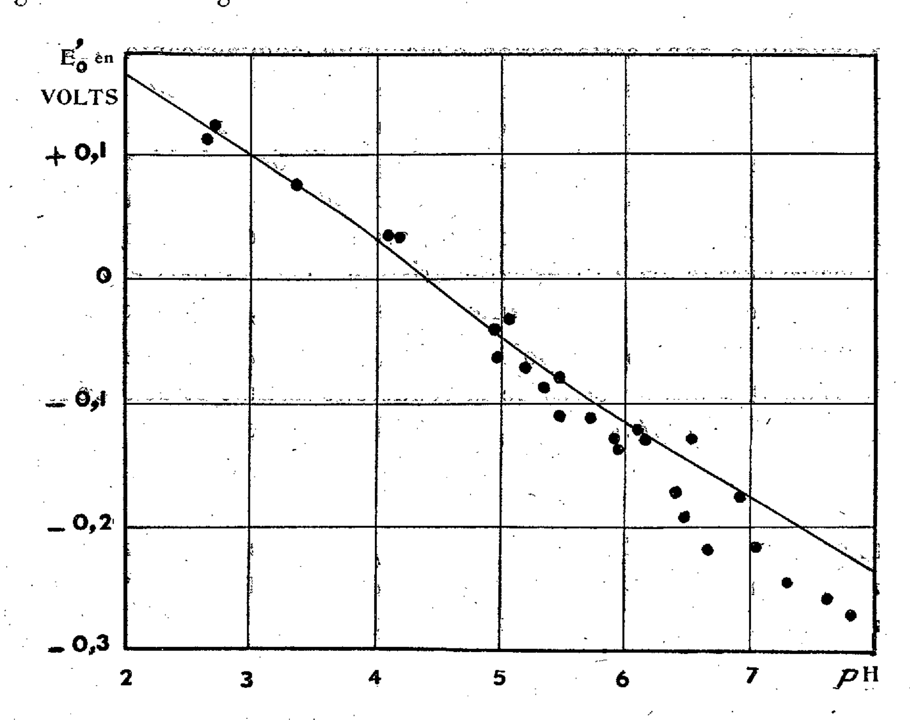
([2]) Cf. Chadwick et Goldhaber, *Proceed. Roy. Soc. London*, A, 150, 1935, p. 479.

([3]) R. Wurmser et J. A. de Loureiro, *Journ. Chimie physique*, 31, 1934, p. 419.

des colorants employés, la concentration $\mathcal{J}_0$ du leucodérivé réoxydé. On pouvait ainsi, connaissant la concentration initiale x de la réductone oxydée par l'iode, obtenir le potentiel normal E'_0, au pH de l'expérience, du système réductone ⇌ oxyréductone. On a, R étant la constante de la loi des gaz, T la température absolue et $\mathcal{F}$ le faraday,

$$E'_0 = E_H + \frac{RT}{2\mathcal{F}} \ln \frac{\mathcal{J}_0}{x - \mathcal{J}_0}.$$

Les valeurs de E'_0 ainsi trouvées en fonction du pH sont portées sur le diagramme de la figure.



La courbe tracée admet l'équation théorique

$$E_H = E_0 + \frac{RT}{\mathcal{F}} \ln [H^+] - \frac{RT}{2\mathcal{F}} \ln \frac{S_r}{S_0} - \frac{RT}{2\mathcal{F}} \ln \frac{K' + [H^+]}{K + [H^+]}.$$

où E_0 est le potentiel normal du système réductone ⇌ oxyréductone, S_r et S_0 les concentrations totales des ions et des molécules de chacun de ces corps, K et K′ leurs constantes de dissociation acide. On a établi la courbe d'après les points expérimentaux en milieu acide, en admettant que la réductone réduite a une constante de dissociation acide $K = 10^{-5}$

(d'après v. Euler et Martius), et que son produit d'oxydation a une constante de dissociation acide encore plus élevée $K = 10^{-3,7}$ (ce qui correspond à des déterminations encore non publiées de M. Carpini). La courbe figurée dans le graphique correspond à l'équation

$$E'_0 = + 0{,}282 + 0{,}06 \log[H^+] - 0{,}03 \log \frac{10^{-3,7} + [H^+]}{10^{-5} + [H^+]} \text{ volt.}$$

Le potentiel normal à pH = 0 du système réductone ⇌ oxyréductone est donc, à 38°C., + 0,282 volts.

La courbe s'écarte nettement à partir de pH 6 des points expérimentaux, qui deviennent eux-mêmes plus dispersés par suite de l'instabilité du produit d'oxydation dans cette région d'alcalinité commençante, instabilité que nous avons d'ailleurs observée par des expériences directes.

Nous avons également vérifié qu'après réduction au moyen des leucodérivés, la réductone qui avait été traitée par l'iode était bien régénérée. Pour cela nous avons déterminé le spectre d'absorption ultraviolet de ce produit après séparation de la matière colorante par relargage. La variation de ce spectre avec le pH est très caractéristique, car, de part et d'autre du point qui correspond à la constante de dissociation, son maximum passe de 2800 Å (pH 5) à 2670 Å en milieu acide, et 2900 Å en milieu neutre ou alcalin. L'identité des spectres de la réductone initiale et de la réductone régénérée confirme la réversibilité de l'oxydation de ce corps.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Filtration de quelques poudres minérales en suspension dans l'eau et dans diverses solutions aqueuses.* Note de Mlle **Paulette Berthier**, présentée par M. Marcel Delépine.

1. Spring (1) a montré autrefois que le pouvoir détersif du savon s'exerçait non seulement vis-à-vis des corps gras mais encore vis-à-vis d'un certain nombre de substances minérales (noir de fumée, oxyde de fer, bioxyde de manganèse) : il a effectivement constaté, par filtration sur du papier à filtrer ordinaire, que les particules de diverses suspensions aqueuses, qui sont arrêtées par le filtre, traversent celui-ci si l'on ajoute à la suspension une quantité convenable de savon. Cependant il n'a constaté ce phénomène

(1) *Bull. Ac. Roy. de Belg.*, 2, 1909, p. 187 et *Bull. de la Soc. chim. de Belg.*, 29, 1910, p. 17.

que pour l'addition de savon ordinaire et n'a pas donné de valeur numérique permettant d'en apprécier l'intensité; de plus, quelques auteurs ont voulu le rattacher à l'abaissement de la tension superficielle de l'eau produit par le savon. Aussi nous a-t-il paru intéressant de reprendre les expériences de Spring en vue de les généraliser et de rechercher si les résultats qu'il avait obtenus peuvent ou non être intégralement rattachés à la propriété tensio-active des savons.

2. Comme corps pulvérulents, nous avons utilisé le noir de fumée complètement dégraissé suivant la technique indiquée par Spring, le colcothar, la céruse, et nous avons examiné l'action qu'exerce sur la filtration, non seulement un savon (oléate de sodium), mais divers sels à anions polyvalents (citrate, carbonate, sulfate et tartrate de sodium, ferrocyanure et arséniate de potassium). Nos expériences ont été faites avec du papier à filtrer, marque Durieux n° 111, exempt de cendres pesant 725^{mg} pour un diamètre de 110^{mm}. La filtration sur entonnoir Büchener était accélérée par action d'une trompe dont on réglait le débit de manière à réaliser la filtration dans un temps toujours le même. Le filtrat fourni par la suspension était comparé à l'eau ou à la solution saline utilisée au moyen d'un spectrophotomètre fonctionnant sous une radiation donnée, qui permettait de déterminer la richesse de la suspension en particules.

Le tableau suivant résume les mesures faites pour étudier l'action de l'oléate et du citrate de sodium sur la filtration du colcothar : 100^{mg} de colcothar en poudre étant introduits dans 50$^{cm^3}$ d'eau distillée ou 50$^{cm^3}$ d'une solution d'oléate ou de citrate de concentration c en grammes par litre, la suspension était agitée pendant 30 minutes (45 tours à la minute), puis filtrée; le filtrat observé au spectrophotomètre de Féry présentait un pouvoir absorbant A évalué en divisions de l'appareil pour une épaisseur de 1^{cm}, la tension superficielle τ (exprimée en dynes : cm) a été mesurée au moyen d'un compte-gouttes de Duclaux.

Oléate de Na.			Citrate de Na.		
c.	A.	τ.	c.	A.	τ.
0	8	73	0	8	73
0,1	13	71,5	0,1	20	»
1	47	36,8	0,25	39	»
1,5	56	36,7	0,5	42	»
2,5	70	36,4	1	48	»
3	108	36,3	5	68	»
5	110	35,6	10	15	»
10	110	35	20	15	»

Dans le cas de l'oléate de sodium, la richesse du filtrat en particules croît avec l'abaissement de la tension superficielle produit par le savon. Cependant, il ne semble pas exister de lien entre la filtrabilité du colcothar à travers le papier à filtrer et la tension superficielle du liquide où il est en suspension : d'une part l'addition à l'eau de diverses autres substances tensio-actives (alcool isoamylique, camphre, terpinéol) ne favorise pas le passage du colcothar à travers le papier à filtrer et, d'autre part, l'addition de citrate trisodique, qui n'abaisse pas la tension superficielle de l'eau, favorise le passage du colcothar et fournit des résultats tout à fait comparables à ceux que donne l'oléate bien qu'un peu peu moins intenses. Le pouvoir absorbant du filtrat et par suite sa richesse en colcothar semble passer par un maximum pour une concentration en citrate trisodique voisine de $0^{g},1$ par litre. Un certain nombre d'autres sels (carbonate, sulfate et tartrate de sodium, ferrocyanure et arséniate de potassium) ont donné des résultats beaucoup moins nets que le citrate trisodique; cependant, pour une certaine concentration de ces sels, on observe le passage d'une petite quantité de colcothar à travers le filtre.

3. Il paraît vraisemblable d'attribuer l'accroissement de filtrabilité déterminé par l'oléate et par les sels à anions polyvalents à la fixation de l'anion de ces sels sur les particules en suspension, ce qui a pour effet de leur communiquer une électrisation négative et de réduire leur adsorption par la cellulose qui, au contact de l'eau, possède elle aussi une électrisation négative. Cette interprétation a le mérite de rattacher le phénomène précédent à celui de l'ascension capillaire des solutions colloïdales à travers le papier à filtrer, ascension qui, dans le cas des colloïdes à granules positifs, est fortement favorisée par l'addition d'électrolytes à anions polyvalents (1), même sans action sur la tension superficielle (2).

---

(1) A. Boutaric et M. Peyraud, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1218 et **198**, 1934, p. 651.

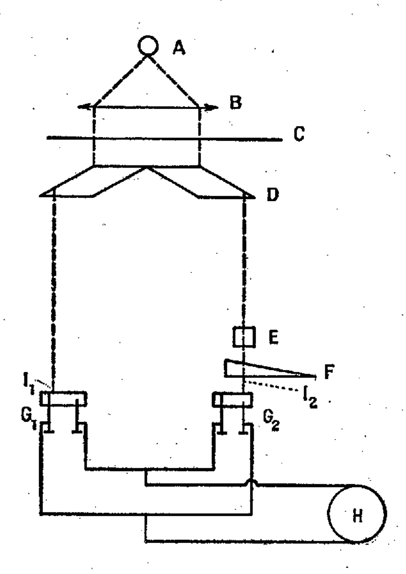
(2) C. Achard et A. Boutaric, *Bull. Ac. de Médecine*, **113**, 1935, p. 532.

PHYSICOCHIMIE ANALYTIQUE. — *Un électrophotomètre à cellules à couche d'arrêt destiné à l'opacimétrie pratique.* Note (¹) de M. **Paul Meunier**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La mesure des facteurs d'absorption lumineuse des solutions troubles ou colorées, qui est à la base des dosages dits opacimétriques ou colorimétriques s'introduit de plus en plus en chimie analytique. Pour obtenir dans ces déterminations un peu plus de précision et de fidélité qu'avec l'œil, nous nous sommes adressé aux cellules dites à couche d'arrêt, dont l'utilisation est d'une simplicité très avantageuse. Nous avons envisagé diverses solutions et nous décrirons ici seulement celle qui a répondu à nos exigences.

Système optique. — Il se compose de :

A, une source lumineuse (lampe de 12 volts, 50 bougies, alimentée par le secteur);



B, une lentille qui forme l'image du filament de A loin derrière le plan des cellules G_1 et G_2;

C, un écran monochromatique;

D, deux prismes jumelés à double réflexion totale, qui produisent deux faisceaux lumineux;

(¹) Séance du 9 décembre 1935.

E, une cuve absorbante de densité D placée sur le trajet de l'un des faisceaux;
F, un coin gradué placé sur le même faisceau.

A la division o, la densité optique du coin est de o,5 à la dernière division de o,1. Ce coin très étalé a été obtenu par photographie [1].

Circuits électriques. — Ils comprennent : 1° deux cellules photoélectriques à couche d'arrêt (type Bernheim, 1935), G_1 et G_2, recevant les faisceaux d'intensités respectives I_1 et I_2, par deux fenêtres de 1^{cm^2} chacune, et montées en opposition; 2° un galvanomètre à cadre mobile, de 200 ohms, H, permettant de déceler un courant de 0,01 microampère résultant des effets photoélectriques des cellules.

Pratique des mesures. — Elle consiste à maintenir I_2 constant [2], et pour cela à annuler le courant résultant des deux façons suivantes :

1° sans cuve et le coin étant à 0, en modifiant convenablement le système optique (déplacement de B et de D);

2° avec la cuve absorbante, par déplacement du coin jusqu'à la division *n*, sans modifier autrement le système optique.

Il est aisé de connaître ensuite la densité cherché D en se reportant au point d'abscisse *n* sur la courbe d'étalonnage du coin. Si d_0 et d_n sont les densités du coin à 0 et à la division *n*, on a toujours $D + d_n = d_0$. D'où l'on tire $D = d_0 - d_n$.

Théorie. — Pour la cellule G_1 on peut représenter le courant i_1 débité sous l'effet d'une intensité lumineuse moyenne I_1, la surface d'éclairement étant constante, par une expression telle que $i_1 = kI_1[1 - f(I_1)]$. De même pour la seconde cellule on écrira $i_2 = k'I_2[1 - \varphi(I_2)]$, $f(I)$ et $\varphi(I)$ étant des fonctions faiblement croissantes, nulles à l'origine. La fidélité de notre appareil repose sur le fait que la relation $kI_1[1 - f(I_1)] = k'I_2[1 - \varphi(I_2)]$ se conserve pendant la durée de la mesure. Cela est d'une part à ce que les cellules débitant extrêmement peu ne se « fatiguent » pas, et d'autre part à ce que les variations de voltage du secteur qui changent I_1 et I_2 dans le même rapport ne modifient pas sensiblement la valeur des fonctions $f(I_1)$ et $\varphi(I_2)$. Si l'on change les intensités lumineuses dans le rapport 1 à 1,5, la relation précédente est encore exacte. Or les variations dues au secteur n'atteignent jamais cette amplitude. Mais pour des variations plus importantes des intensités, la fidélité n'est plus assurée à 1 pour 100 près.

(1) Grâce à l'habileté de M. Jeantet, photographe de l'Institut Pasteur.

(2) Solution déjà adoptée par Fleury et Boutry dans les *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1013, mais appliquée à des cellules photo-émissives pour des recherches de haute précision.

La reproductibilité de nos mesures est de 1 pour 200. Quant à la précision obtenue sur D elle dépend évidemment de la précision avec laquelle on a étalonné le coin. Elle peut être de 1 pour 200 en valeur relative.

Applications. — L'appareil que nous venons de décrire permet d'aborder avec sécurité l'étude des dosages colorimétriques. Pour l'étude des dosages des solutions troubles, nous avons voulu profiter d'une suggestion déjà ancienne due à M. Chéneveau et Boussu [1]. Notre appareil peut être placé verticalement ou horizontalement à volonté. Dans la première position, on évite l'effet de la chute des particules dans l'étude de la naissance et le grossissement des grains, dans l'autre cas on peut au contraire suivre la chute du précipité dans la solution.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode rapide de détection des gaz de combat.* Note de MM. **André Kling** et **Maurice Rouilly**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

En raison de la complexité que présenterait, à l'heure actuelle, le problème de la détection et du dosage des agents agressifs que pourrait contenir une atmosphère gazeuse, l'utilisation d'un appareil unique, fonctionnant automatiquement, du genre de celui imaginé par l'un de nous, et qui fut en service de 1915 à 1918, ne pourrait plus être conçue sans l'intervention de chimistes.

Or nombreux pourraient être les cas où il importerait, en un temps très court, à l'aide d'une méthode simple, susceptible d'être appliquée par la première personne venue, de pouvoir reconnaître si une atmosphère suspecte présente, ou non, des dangers pour les êtres qui auraient à vivre à son contact. C'est une des solutions possibles de ce problème que nous proposons ci-dessous.

Rappelons que les agents agressifs, du fait des réactions physiologiques différentes qu'ils provoquent de la part des organismes vivants, peuvent se classer sous les rubriques suivantes : Suffocants — Vésicants — Lacrymogènes — Toxiques généraux. Il nous a paru logique de chercher, pour chacun de ces quatre groupes, à utiliser un réactif général doué d'une sensibilité suffisante qui, dans une atmosphère pouvant le contenir, permette de déceler la présence de l'un quelconque des agents agressifs

---

(1) *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 1296.

susceptible de provoquer la réaction physiologique caractéristique du groupe auquel il appartient.

L'un de nous (1) a démontré, en ce qui concerne les représentants du groupe dit des agents suffocants, le rôle que, dans la production de l'irritation et dans celle de l'œdème pulmonaire, jouaient les modifications physico-chimiques subies par les matières grasses pulmonaires, lorsque le cholestérol libre qu'elles contiennent s'était partiellement transformé, par réaction avec ces agents, en produits d'addition, ou d'esthérification.

Des recherches actuellement en cours, mais dont l'état d'avancement ne permet pas encore la publication, paraissent nous amener à cette conclusion que les processus chimiques suivant lesquels certains agents provoquent la vésication, présenteraient d'assez étroites analogies avec ceux suivant lesquels se réalise l'œdème aigu du poumon chez les gazés. Si donc les agents suffocants et ces agents vésicants sont susceptibles de déclancher, dans les cellules vivantes, des chaînes de réactions comparables, il est logique, en première approximation, de les réunir en un seul groupe justiciable du même réactif général. Or, les parentés physiologiques et chimiques que manifestent les divers individus connus appartenant à ce groupe général sont déterminées par un fait, à savoir : que chacun d'entre eux possède au moins un atome d'halogène libre, ou très labile et par conséquent fortement réactif (2), lequel, au contact des éléments des cellules, réagit sur certains de leurs constituants, en particulier sur les stérols qui se rencontrent dans les lipides les imprégnant (3). Ce sera donc l'une des réactions propres à déceler, dans les molécules, l'existence d'atomes d'halogène, ou de groupements électronégatifs actifs qui devra nous permettre de dépister l'agressivité suffocante ou vésicante que pourrait posséder une atmosphère, du fait que l'un de ces agents agressifs susmentionnés aurait pu lui être mélangé.

A cet effet, le procédé qui nous a paru le plus simple pour atteindre le résultat cherché consiste à mettre en évidence la variation importante de la valeur du pH que subit l'eau en hydrolysant les molécules chimiques contenant de semblables atomes d'halogènes, ou de radicaux électro-

(1) André Kling, *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 1782.

(2) Ou un radical fortement électronégatif.

(3) Nous justifierons cette manière de voir en faisant remarquer que les oxydes d'arsenic, les organo-arsénicaux non halogénés, l'acide cyanhydrique, l'oxyde de vinylarsine, ne sont que toxiques généraux, alors que leurs dérivés halogénés sont simultanément toxiques généraux et suffocants, ou vésicants.

négatifs actifs. Le calcul démontre, et l'expérience vérifie que des quantités de phosgène, de chloroformiates de méthyle chlorés, de carbonate de méthyle hexachloré, d'ypérite, de lewisite, de chlore, de brome, etc., en quantités de l'ordre de 1 à 2×10^{-5} g, lorsqu'elles réagissent sur 10^{cm^3} d'eau distillée, en font baisser le pH de 2 à 3 unités. Cette variation du pH peut être instantanément mise en évidence au moyen d'un indicateur convenablement choisi, en l'espèce par le bleu de bromophénol, qui colore l'eau en violet tant que son pH est supérieur à 4,7, mais qui vire au jaune lorsque celui-ci s'achemine dans une zone comprise entre 4,7 et 3. En disposant, dans un barbotteur, 10^{cm^3} d'eau distillée, additionnée, par litre, de 10^{cm^3} de la solution de bromo-thymol bleu, de Clarke, et en y faisant, à raison de 2 à 3 bulles à la seconde, passer de l'air chargé, à des taux variés, en divers gaz de guerre susmentionnés, nous avons vérifié que, dans les atmosphères ainsi obtenues, la présence de ceux-ci pouvait y être decelée, même lorsque ces gaz s'y trouvaient à des concentrations inférieures, ou tout au plus égales à celles pour lesquelles ces atmosphères commencent à atteindre le seuil d'agressivité.

Ainsi que nous l'avons reconnu ([1]), si, après passage de 8 à 10 litres de l'atmosphère sur laquelle on opère, la teinte du liquide n'a subie aucun virage, on peut en conclure que cette atmosphère ne contient aucun des produits agressifs que la méthode est chargée de déceler, ou tout au moins qu'elle ne les contiendraient qu'à des taux permettant de considérer cette atmosphère comme dépourvue de nocivité.

Il est à remarquer que cette méthode ne peut s'appliquer à des dosages de produits agressifs, en raison de la différence de vitesses des réactions d'hydrolyse que subissent les divers agents agressifs sur lesquels on peut avoir à opérer ([2]).

([1]) Un Mémoire détaillé sera publié ultérieurement dans un autre Recueil.

([2]) Pour des atmosphères qui contiendraient CO^2 à des taux supérieurs à 1 pour 100 (lesquels commencent à rendre le séjour pénible dans ces atmosphères) le virage se produirait également mais, par immersion du barbotteur dans l'eau chaude, on le ferait disparaître, ce qui ne se produirait pas avec les agents agressifs.

CHIMIE MINÉRALE. — *Oxydation induite de l'iodure de potassium par l'ozone.* Note de Mme **Geneviève Guéron** et de MM. **Jules Guéron** et **Marcel Prettre.**

Un stock d'oxygène ozonisé (2 à 7mg d'ozone par litre) est constitué dans un gazomètre et envoyé, par écoulement d'eau sous pression constante, dans deux séries A et B d'absorbeurs montées en parallèle. Chacune d'elles comprend un anénomètre. Le gaz sortant de l'anénomètre B est injecté, avant d'atteindre l'absorbeur, dans un gaz diluant dont le débit est mesuré par un anémomètre ou par un compteur.

Dans le circuit de référence A, le gaz circule tel qu'il sort du gazomètre à un débit de 2 à 5 litres par heure et est absorbé par une solution d'iodure de potassium à 15 ou 20 pour 100 dans un tampon aux phosphates de pH6,8. Une solution identique sert d'absorbant dans le circuit B.

Après barbotage du gaz pendant un temps donné, on titre au thiosulfate les produits oxydants formés dans A et B en ayant soin de séparer les pouvoirs oxydants en milieu neutre (iode) et en milieu acide (iodate) [1]. Dans la suite, nous désignerons par I la fraction du pouvoir oxydant due à l'iodate dans le circuit B, par 100 le pouvoir oxydant total dans A, par P le pouvoir oxydant total dans B (rapportés à l'unité de volume du gaz stocké).

I. Dans le circuit B, le gaz arrive au contact du réactif à travers une plaque de verre fritté. Dans ces conditions, ainsi que l'ont montré Briner et Paillard [2], on obtient un dosage correct de l'ozone tant que la concentration de celui-ci dans le gaz est supérieure à 0mg,02 par litre environ. Nous confirmons ce résultat et ajoutons, en accord avec nos observations antérieures [1], que dans ces conditions, I varie de 0,95 à 0,80. Sa valeur tombe vers 0,6 lorsque la dilution d'ozone devient telle qu'on n'obtient plus de résultats exacts.

II. La plaque de verre fritté est remplacée par un tube adducteur ordinaire (diamètre intérieur 6mm). A mesure que la dilution augmente, I diminue (limites extrêmes : 0,4 pour le gaz brut du gazomètre; 0,1 environ vers la concentration de 0mg,1 à 0mg,2 par litre) et P augmente.

---

(1) J. Guéron et M. Prettre, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2084; *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 5e série, 2, 1935, p. 2071.

(2) E. Briner et H. Paillard, *Helvetica Chim. Acta.* 18, 1935, p. 234.

On observe une oxydation induite, qui, comme il est habituel en pareil cas, augmente avec la dilution de l'ozone ([1]). Les variations de I et de P sont des fonctions à peu près linéaires de la concentration C_B de l'ozone dans le circuit B. En extrapolant à $C_B = 0$ les courbes représentatives, on trouve $I_0 \simeq 0{,}08$ et $P_0 \simeq 130$. L'oxydation induite ainsi constatée est nette mais relativement faible vis-à-vis de telles autres, celle des sulfites par exemple, que provoque l'ozone. Il semble alors que, dans l'action de l'ozone sur l'iodure de potassium *neutre*, l'oxydation induite se manifeste seulement lorsque la réaction est dirigée de façon à donner peu d'iodate ([2]) : en effet, dans le paragraphe précédent, nous avons vu qu'il n'y a pas d'oxydation induite alors que $I \simeq 0{,}9$; nous voyons ici P augmenter lorsque I diminue.

Cependant, dans les présentes expériences, où la dilution de l'ozone est obtenue par accroissement du débit d'air, deux facteurs interviennent à la fois pour diminuer I : la dilution progressive de l'ozone et l'augmentation parallèle du débit. Nous avions en effet observé que, dans ces conditions expérimentales mais sans addition d'air, I diminue lorsque, à concentration constante d'ozone, on augmente le débit gazeux.

III. Nous avons donc réalisé une série d'expériences où les débits totaux dans les circuits A et B restent constants et à peu près égaux entre eux, quelle que soit la concentration d'ozone réalisée en B.

Dans ces conditions, I diminue et P augmente lorsque C_B décroît. Les valeurs extrapolées I_0 et P_0 sont à peu près celles qui ont été données plus haut. Mais, si l'on continue à diluer l'ozone, les variations observées s'inversent : I augmente, P diminue et il arrive même qu'on obtienne dans B un déficit du pouvoir oxydant ($P < 100$) ([3]).

IV. *Conclusion.* — Nous avions montré (*loc. cit.*) que l'iodate provient d'une réaction hétérogène exigeant le triple contact du gaz ozonisé, de la

---

([1]) En première approximation, cette oxydation induite ne dépend pas de la nature du gaz diluant (air, oxygène, azote, hydrogène). Les expériences résumées ici sont effectuées avec de l'air.

([2]) On sait par ailleurs (cf. JULIARD et SILBERSCHATZ, *Bull. Soc. chim. Belg.*, 6, 1928, p. 205) qu'en cherchant à doser l'ozone par l'iodure de potassium en milieu *acide*, on obtient des résultats trop forts.

([3]) Un fait analogue a été signalé dans l'oxydation induite de l'acide sulfureux par l'ozone, où, pour chaque concentration de SO^2 dans l'eau, il existe une concentration d'ozone à laquelle l'oxydation induite est maximum (S. WASSILIEF, M. FROLOFF, L. KATCHANOFF, et I. KASTORSKAYA, *J. Chim. Gén. russe*, 5, 1935, p. 149; résumé dans : *Bull. Soc. Chim. fr.*, 1935, documentation, p. 581).

solution et du verre. Nous pouvons maintenant ajouter que cette réaction hétérogène ne donne lieu à aucune oxydation induite.

Au contraire, une oxydation induite, relativement faible d'ailleurs, accompagne, dans l'ozone assez dilué, la réaction « normale » (1)

$$O^3 + 2I^- + H^2O = O^2 + I^2 + 2OH^-.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la structure du peroxyde d'azote, déduite de son action sur l'iodure de potassium.* Note de M. **Maurice Dodé**, présentée par M. Georges Urbain.

On sait que trois formules peuvent être attribuées au peroxyde d'azote

$$O^2N - O - NO \quad (A), \qquad ON - O - O - NO \quad (B), \qquad O^2N - NO^2 \quad (C)$$

et que de nombreux arguments ont déjà été donnés en faveur de chacune d'elles.

Je vais montrer que l'action du peroxyde d'azote sur l'iodure de potassium permet de conclure à l'existence simultanée, dans le peroxyde gazeux, d'au moins deux de ces formes en équilibre.

On sait depuis longtemps que le peroxyde d'azote réagit sur l'iodure de potassium avec libération d'iode, mais aucune étude un peu poussée n'avait encore été effectuée sur cette question. Raschig et Prahl (2) ont bien vu qu'en solutions concentrées, l'iodure de potassium est attaqué directement par l'azotyle suivant la réaction

$$\text{(I)} \qquad N^2O^4 + 2IK = 2NO^2K + I^2,$$

mais ils n'en précisent pas l'importance relative vis-à-vis de la réaction d'hydrolyse

$$N^2O^4 + H^2O = NO^2H + NO^3H.$$

Ils opèrent de plus en présence d'oxygène, ce qui provoque des réactions secondaires, et ont effectué leurs titrages d'iode avec du thiosulfate de

(1) Au cours de ces recherches, nous avons recueilli quelques observations nouvelles sur l'oxydation par l'ozone des solutions d'arsénite, des solutions mixtes d'arsénite et d'iodure, et sur la décomposition spontanée de l'ozone. Ces observations, jointes au détail des expériences décrites ici et dans notre précédente Note, seront publiées dans un autre périodique.

(2) *Zeit. angew. Chem.*, 42, 1929, p. 256.

sodium, lequel conduit à des résultats inexacts lorsque la solution contient des nitrites (1). J'ai donc repris la question.

Les réactions ont été effectuées à 20°, à partir d'azotyle gazeux obtenu en brisant dans le vide, au voisinage de la solution d'iodure de potassium, une ampoule contenant une masse connue (environ $0^g,4$) d'azotyle pur ($E_{760} = 24°$), masse telle que la pression initiale de cet azotyle soit toujours voisine de 500^{mm} de mercure. La réaction est extrêmement rapide.

En opérant ainsi, il est très facile de déterminer la proportion d'azotyle ayant réagi sur l'eau. Les réactions suivantes prenant ultérieurement naissance

$$NO^2H + IK = HOK + 1/2\,I^2 + NO, \quad \text{puis} \quad NO^3H + HOK = NO^3K + H^2O,$$

il suffit en effet de mesurer le volume du nitrosyle dégagé.

Le titrage de l'iode libéré apporte en outre une vérification facile.

On trouvera dans le tableau suivant les pourcentages d'azotyle hydrolysé, en fonction de la concentration de la solution en iodure de potassium :

Grammes de IK dans 100^g de solution	60(sat).	50.	40.	30.	20.	10.	5.	1.	0,5.
N^2O^4 hydrolysé pour 100	14	14,5	16	20	28	42	54	73	85

L'action directe de l'azotyle sur l'iodure de potassium se poursuit donc jusqu'à des dilutions très avancées, mais elle n'est par contre jamais totale.

Cette action directe de l'azotyle sur l'iodure de potassium s'explique bien en lui attribuant une formule symétrique, soit (B), soit (C) :

$$\begin{matrix} & I- & -K & \\ ON-O- & & -O-NO \\ & K- & -I & \end{matrix} \rightarrow 2\,ON-OK + I^2 \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} & I- & -K & \\ O^2N- & & -NO^2 \\ & K- & -I & \end{matrix} \rightarrow 2\,O^2N-K + I^2,$$

car on sait que les nitrites existent sous les deux formes, en sorte que l'on peut toujours admettre une transposition ultérieure du $O^2N - K$. Mais la formule (A) conviendrait très mal.

Contrairement à ce que l'on aurait pu penser, en conséquence des résultats précédents, l'action de l'azotyle sur l'iodure de potassium sec ne donne pratiquement naissance qu'à du nitrate, selon la réaction globale

$$\text{(II)} \qquad 2N^2O^4 + 2IK = 2NO^3K + 2NO + I^2,$$

(1) *Journ. Chim. phys.*, 25, 1928, p. 562.

dont l'importance dépasse 98 pour 100 et qui, avec de l'iodure de potassium passant au tamis 100, est totale en moins de 20 minutes.

On pouvait penser que ce résultat était dû à des réactions secondaires entre le nitrite préalablement formé suivant la réaction (I) et les autres corps présents. On sait notamment que l'azotyle attaque les nitrites

$$2NO^2K + N^2O^4 = 2NO^3K + 2NO,$$

mais des essais comparatifs m'ont montré que cette réaction est encore loin d'être complète au bout de 8 jours, et qu'elle s'accompagne en outre de la formation d'azote.

On pouvait également invoquer la réaction, thermodynamiquement possible,

$$4NO^2K + I^2 = 2NO^3K + 2IK + 2NO,$$

mais elle est pratiquement nulle à 100°.

Il est donc beaucoup plus vraisemblable que la réaction (II) s'effectue directement. Elle s'explique remarquablement bien en attribuant au peroxyde d'azote la structure nitrate de nitrosyle

$$2\begin{bmatrix} O^2N - O \,\vdots\, NO \\ K \,\vdots\, I \end{bmatrix} \rightarrow 2O^2NO - K + I^2 + 2NO.$$

L'existence de deux variétés de peroxyde d'azote est donc ainsi mise en évidence au moyen d'un même réactif. Mais il y a plus; il est possible de faire réagir l'azotyle simultanément sous ses deux formes. En utilisant de l'iodure de potassium humide (99,5 pour 100 d'IK et 0,5 pour 100 d'H^2O) en très gros excès (de façon à ce que la quantité de solution saturée présente soit suffisante pour que, même sans redissolution d'iodure, l'hydrolyse ne puisse dépasser 14 à 15 pour 100), on observe en effet la formation d'environ 25 pour 100 de nitrate, soit 10 pour 100 de plus qu'avec la solution saturée. La grande différence existant entre les vitesses de réaction de l'azotyle sur l'iodure de potassium solide et dissous rend difficile, sinon impossible, de dépasser expérimentalement cette valeur.

Une remarque s'impose enfin au sujet de l'hydrolyse de l'azotyle au contact d'une solution concentrée d'iodure de potassium. Il n'est pas impossible en effet qu'une partie du nitrate formé provienne d'une action directe de l'azotyle sur l'iodure dissous, suivant la réaction (II).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le pernitrure de phosphore* P^4N^6. Note de MM. **Henri Moureu** et **Georges Wetroff**, présentée par M. Georges Urbain.

L'étude du mécanisme de la réaction de l'ammoniac sur le trichlorure PCl^3 nous a permis d'isoler un nouveau nitrure de phosphore P^4N^6 et de trouver un mode d'obtention intéressant du mononitrure PN.

Pernitrure P^4N^6. — Ce composé se forme lorsqu'après avoir soumis le chlorure PCl^3 à l'action de l'ammoniac liquéfié, on chauffe les produits issus de la réaction, dans le vide, à 550°, jusqu'à cessation de tout dégagement gazeux. Il se produit ainsi un ensemble de réactions complexes dont la première phase a été élucidée grâce aux travaux antérieurs de Joannis (¹) et de Hugot (²). Leurs recherches ont démontré l'existence intermédiaire d'un amidure $P(NH^2)^3$, d'un amidoimidure $PNH.NH^2$, et d'un imidure $P^2(NH)^3$ résultant des réactions ci-dessous :

$$PCl^3 + 6NH^3 = 3NH^4Cl + P(NH^2)^3,$$
$$P(NH^2)^3 = PNH.NH^2 + NH^3,$$
$$2PNH.NH^2 = P^2(NH)^3 + NH^3.$$

Ce dernier produit se décompose à son tour sous l'action progressive de la chaleur, et, d'après les travaux les plus récents, conduirait directement vers 5 à 600° à un nitrure $(PN)^n$ avec perte d'ammoniac (³). Nos propres recherches ne confirment pas ce dernier résultat. L'examen des produits issus de cette réaction montre en effet qu'à côté de chlorure d'ammonium, de phosphore, d'hydrure PH^3 et d'ammoniac, il se forme des quantités importantes d'hydrogène, qui proviennent de la transformation

$$2P^2(NH)^3 = P^4N^6 + 3H^2.$$

On observe en réalité un déficit en nitrure P^4N^6 et en hydrogène, tandis que le volume d'ammoniac recueilli est toujours supérieur à celui qui devrait résulter normalement des équations précédentes. Cela tient à ce qu'une réaction secondaire, qui a été effectivement contrôlée, vient se superposer aux précédentes :

$$P^4N^6 + xH^2 = 6NH^3 + yPH^3 + (4-y)P,$$

(¹) *Comptes rendus*, **139**, 1904, p. 365.
(²) *Comptes rendus*, **141**, 1905, p. 1235.
(³) Renaud, *Ann. Chim.*, 3, 1935, p. 486.

ce qui explique la formation simultanée de phosphore et d'hydrure PH^3.

Le nitrure P^4N^6 (calculé : N 40,4; P 59,6; trouvé : N40,6; P 57,7) issu de ces transformations est, à l'état pur, un corps blanc, insoluble, non volatil, spontanément inflammable à l'air, ce dernier caractère permettant de le différencier nettement du nitrure P^3N^5 de composition voisine. Sa constitution résulte des réactions suivantes :

a. Chauffé pendant 12 heures en tube scellé avec de l'eau à 215°, il s'hydrolyse complètement suivant la réaction principale

$$P^4N^6 + 15\,H^2O = 2\,PO^4H(NH^4)^2 + PO^4H^2NH^4 + PO^3H^2NH^4.$$

On retrouve effectivement en solution 93 à 95 pour 100 du phosphore et de l'azote mis en œuvre sous forme de nitrure P^4N^6. Les deux phosphates formés au cours de l'hydrolyse ont été identifiés par leurs spectres de rayons X, et le phosphite, caractérisé par ses réactions chimiques, est dosé par son pouvoir réducteur. On observe que la quantité de phosphite formée est toujours inférieure à 1^{mol}, en raison de l'oxydation simultanée que détermine l'eau sous pression :

$$PO^3H^2NH^4 + H^2O = PO^4H^2NH^4 + H^2,$$

et qui a été également contrôlée.

L'hydrolyse du nitrure P^3N^5 étudiée comparativement à celle du composé P^4N^6 montre que, dans des conditions analogues aux précédentes, on obtient uniquement un mélange de phosphates mono- et diammonique

$$P^3N^5 + 12\,H^2O = 2\,PO^4H(NH^4)^2 + PO^4H^2NH^4$$

à l'exclusion de tout composé réducteur, ce qui apporte une preuve nouvelle de l'individualité des deux nitrures précédents.

b. Le nitrure P^4N^6 est stable dans le vide à des températures inférieures à 750°. A partir de cette température il se transforme en mononitrure PN (calculé : N 31,1; P 68,9; trouvé : N 31,0; P 68,7), qui en raison de sa volatilité vient se condenser à l'état pur sur les parties froides de l'appareil utilisé. On dégage simultanément 1^{mol} d'azote (trouvé 0,94), suivant la réaction

$$P^4N^6 = 4\,PN + N^2.$$

Cette transformation, dans laquelle les produits phosphorés mis en jeu correspondent tous deux à la trivalence du phosphore, justifie le nom de pernitrure donné au composé P^4N^6.

Mononitrure PN. — Le nitrure issu de la réaction précédente est identique à celui que l'un de nous a préparé suivant un processus différent précédemment décrit (¹). Voici quelques particularités nouvelles : le mononitrure présente, sous une pression de l'ordre de 1/50ᵉ de millimètre une tension de vapeur déjà importante vers 600° ; dans ces mêmes conditions il commence à se dissocier en phosphore et azote à partir de 840°.

Le nitrure PN est incomparablement plus difficile à hydrolyser que les nitrures P^4N^6 ou P^3N^5. Pour être complète l'opération exige ici un chauffage en tube scellé d'environ 3 jours à 215°. Les produits formés au cours de la réaction sont constitués par du phosphate $PO^4H^2NH^4$, du phosphite $PO^3H^2NH^4$ et par de l'hydrogène. Ceci démontre que l'hydrolyse du nitrure PN s'effectue normalement suivant la réaction

$$PN + 3H^2O = PO^3H^2NH^4,$$

la présence de phosphate et d'hydrogène manifestant simplement l'oxydation partielle que subit le phosphite sous l'action de l'eau sous pression, comme il a été dit plus haut.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques cupritétrachlorures et cupritétrabromures organiques formés avec des amines secondaires et tertiaires et avec des alcaloïdes.* Note de M. **Jean Amiel**, présentée par M. Robert Lespieau.

J'ai décrit (²) des cupritétrachlorures et des cupritétrabromures formés avec des amines primaires, avec la pyridine, la pipéridine, la pipérazine et la quinoléine. Les composés qui font l'objet de cette Note se préparent de façon analogue et ont, en général, des propriétés semblables; mais plusieurs présentent des particularités intéressantes.

Amines secondaires et tertiaires. — J'ai préparé avec la diéthylamine et la triéthylamine :

$[CuCl^4][NH^2(C^2H^5)^2]^2$. — Vert foncé. Belles aiguilles longues de plusieurs centimètres. Non déliquescent. Il fond vers 53° et donne un liquide jaune foncé. $d_{20°} = 1,35$. Il est très soluble dans l'acétone; lorsque la solution est saturée, il apparaît une deuxième phase liquide disparaissant par refroidissement et augmentant par chauffage; le liquide le plus léger renferme, à 20°, et lorsque le second apparaît, $0^{mol},44$, soit 156^g de ce composé au litre; les liqueurs sont jaunes foncées.

(¹) Henri Moureu et Paul Rocquet, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1691.
(²) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 138 et 201, 1935, p. 964.

$[CuCl^4][NH(C^2H^5)^3]^2$. — Jaune d'or à la lumière du jour et jaune verdâtre à la lumière électrique. Minces lamelles brillantes rectangulaires. Semblables aux cupritétrachlorures formés avec les amines primaires aliphatiques.

$[CuBr^4][NH^2(C^2H^5)^2]^2$. — Noir brillant. Lamelles ou plaques mince en forme de parallélogrammes. $d_{20°} = 1,9$.

J'ai obtenu avec la monométhylaniline, la monoéthylaniline, la diméthylaniline et la diéthylaniline les composés suivants :

$[CuCl^4][NH^2(C^6H^5)(CH^3)]^2$. — Jaune de chrome clair. Lames en forme de parallélogrammes. $d_{20°} = 1,43$. Solubilité à 20° dans l'acétone : $0^{mol},055$, soit $23^g,2$ au litre.

$[CuCl^4][NH^2(C^6H^5)(C^2H^5)]^2$. — Jaune de chrome. Plaques minces formant des aiguilles plates et des parallélogrammes. $d_{20°} = 1,43$. Solubilité à 20° dans l'acétone $0^{mol},1$, soit 45^g au litre.

$[CuCl^4][NH(C^6H^5)(CH^3)^2]^2$. — Jaune de chrome foncé. Plaques en forme de parallélogrammes les uns voisins de losanges, les autres allongés ressemblant à des aiguilles plates. $d_{20°} = 1,44$. Solubilité à 20° dans l'acétone : $0^{mol},0165$, soit $7^g,5$ au litre.

$[CuCl^4][NH(C^6H^5)(C^2H^5)^2]^2$. — Jaune foncé; jaune verdâtre à la lumière électrique. Plaques en forme de parallélogrammes. $d_{20°} = 1,32$. Solubilité à 20° dans l'acétone : $0^{mol},023$, soit $12^g,5$ au litre.

$[CuBr^4][NH^2(C^6H^5)(CH^3)]^2$. — Noir brillant. Lamelles en forme de parallélogrammes. Très altérable.

$[CuBr^4][NH^2(C^6H^5)(C^2H^5)]^2$. — Noir. S'altère rapidement et donne un goudron noir.

$[CuBr^4][NH(C^6H^5)(CH^3)^2]^2$. — Noir brillant. Lamelles en forme de parallélogrammes. $d_{20°} = 1,87$.

$[CuBr^4][NH(C^6H^5)(C^2H^5)^2]^2$. — Noir brillant. Plaques formant des aiguilles plates et des parallélogrammes. $d_{20°} = 1,67$.

Tous ces composés formés avec les phénylalcoylamines s'altèrent à l'air, les uns au bout de quelques minutes, les autres au bout de plusieurs jours. Les cupritétrabromures sont les moins stables. Les cupritétrachlorures deviennent terre de Sienne, puis verdâtres et enfin noirs. L'altération est bien moins rapide vers 0° que vers 20°. Elle ne se produit que très lentement dans le vide et n'a pratiquement plus lieu dans une atmosphère de ClH; elle n'est pourtant pas accompagnée d'une perte d'hydracide. Elle est superficielle et se propage ensuite vers l'intérieur.

Alcaloïdes. — J'ai préparé, avec la nicotine, la quinine et la strychnine :

$[CuCl^4](C^{10}H^{14}N^2H^2)$, H^2O. — Jaune vif. Lamelles rectangulaires; les gros cristaux renferment de l'eau mère interposée et doivent être broyés et séchés.

$[CuCl^4](C^{10}H^{14}N^2H^2)$ obtenu par déshydratation du précédent vers 80°. Jaune foncé. $d_{20°} = 1,65$. Solubilité à 20° dans l'acétone : $0^{mol},007$, soit $2^g,6$ au litre.

$[CuCl^4](C^{20}H^{24}N^2O^2H^2)$. — Jaune de chrome foncé. Lamelles rectangulaires microscopiques $d_{20°} = 1,67$. Solubilité à 20° dans l'acétone : $0^{mol},008$, soit $4^g,3$ au litre.

$[CuCl^4](C^{21}H^{22}N^2O^2H)^2$. — Jaune citron. Aiguilles très fines. $d_{20°} = 1,57$. Solubilité à 20° dans l'acétone : environ $0^{mol},001$, soit $0^g,9$ au litre.

$[CuBr^4](C^{10}H^{14}N^2H^2)$. — Noir brillant. Lamelles rectangulaires. $d_{20°} = 2,33$.

$[CuBr^4](C^{20}H^{24}N^2O^2H^2)$. — Noir brillant. Lamelles rectangulaires microscopiques. $d_{20°} = 1,87$.

$[CuBr^4](C^{21}H^{22}N^2O^2H)^2$. — Noir brillant. Fines aiguilles. $d_{20°} = 1,74$.

La brucine m'a donné $[CuCl^4](C^{23}H^{26}N^2O^4H)^2$. Jaune, en minces lames, mais noircissant rapidement à l'air.

Remarque. — La diéthylamine m'a donné le premier exemple connu de cupritétrachlorure anhydre vert. Lorsque j'ai entrepris cette étude, on admettait que les cupritétrachlorures anhydres étaient jaunes et que les hydrates à $2H^2O$ étaient bleus ou verts. Le fait que $[CuCl^4][NH^2(C^2H^5)^2]^2$ soit vert peut peut-être s'interpréter en assignant à ce composé une autre constitution; je me propose d'entreprendre cette étude, car j'ai constaté que les cupritétrachlorures jaunes formés avec les amines primaires aliphatiques deviennent franchement verts lorsqu'on les refroidit vers — 70° C. ou mieux encore dans l'air liquide.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Sur l'emploi de réactifs colorants destinés à l'observation microscopique des aciers du carbone.* Note de M. **Joseph Malette**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

On sait que, pour l'examen microscopique des métaux, il est nécessaire que l'échantillon que l'on se propose d'étudier présente une face plane, polie et exempte de toute rayure. Une fois ce résultat obtenu, l'on provoque une attaque, laquelle, pour les aciers, est obtenue par l'emploi de l'un des réactifs suivants : teinture d'iode, solutions d'acide picrique dans l'alcool, picrate de soude, acide chromique et acide sulfurique, réactifs de Benédicks, de Kourbatoff, de H. le Chatelier et Dupuy, etc. Ces réactifs donnent d'excellents résultats, mais dans le cas général, les constituants apparaissent en noir sur fond blanc ou inversement.

Il existe cependant quelques solutions qui donnent des colorations et que l'on utilise dans des cas déterminés pour la recherche d'un constituant spécial. Nous avons pensé, en vue d'une observation plus facile, à étendre ce dernier mode de recherche à tous les constituants, si possible, et nous avons poursuivi, à cet effet, l'étude de divers réactifs en vue de caractériser ces constituants par l'obtention de couleurs différentes. Nous sommes arrivé de la sorte à adopter un réactif nitromolybdique que nous employons avec le mode opératoire suivant.

Dans une capsule en verre contenant ce réactif que, par abréviation, nous désignons M(Mo) normal (dont la composition est donnée ci-après), on plonge l'échantillon d'acier. On le laisse un temps suffisant. On le

retire ensuite du bain; on presse légèrement la face attaquée avec un linge fin, propre et sec. A l'œil nu, on aperçoit qu'il s'est formé des bandes alternées offrant des irisations. On place l'échantillon sur la platine d'un microscope Le Chatelier et on l'examine à un grossissement convenable. On constate alors que les constituants, autres que le carbone qui reste noir, sont diversement colorés et que chacun d'eux, en général, présente une coloration qui lui est propre. Ces colorations sont limitées par les contours des constituants. La ferrite, dans les aciers doux, présente des colorations diverses qui semblent dues à l'orientation des cristaux de ce métaral. D'une manière générale, les colorations sont très pures, nettes et sans salissures quand l'attaque a été bien effectuée; elles apparaissent violettes ou bleues, vertes, jaunes ou rouges.

Voici la composition du réactif. On prépare d'abord une solution nitromolybdique en dissolvant 15^{g} de molybdate d'ammonium pur dans de l'eau distillée dont on complète le volume à 100^{cm^3}. On verse cette solution dans 100^{cm^3} d'acide azotique de densité 1,20. Au bout de 4 jours de repos, on filtre ce mélange sur un tampon d'amiante calciné.

On prend 2^{cm^3} de cette solution que l'on mélange à l'alcool dans les proportions suivantes :

Solution nitromolybdique ci-dessus..................	2^{cm^3}
Alcool éthylique rectifié (95°)......................	100^{cm^3}

[réactif M(Mo) normal].

Le réactif ci-dessus peut servir à l'attaque des aciers doux, mi-doux, mi-durs et durs; on obtient ainsi de bons résultats.

Dans certains cas (traitements thermiques, mécaniques ou autres), il peut y avoir avantage à se servir d'un réactif lent de manière à suivre les progrès de l'attaque. On se sert alors de la formule ci-dessous :

Solution molybdique..............................	0,5 ou 1^{cm^3}
Alcool éthylique rectifié (95°)......................	100^{cm^3}

[réactif M(Mo) lent].

qu'il est facile d'ailleurs de préparer en ajoutant au réactif normal la dose d'alcool nécessaire.

La durée d'immersion dans le bain est conditionnée par la nature de l'acier. Elle varie le plus souvent, entre 30 et 45 minutes, quelquefois un peu plus. On peut suivre le développement des colorations en retirant un instant l'échantillon du bain, en le plaçant après séchage rapide pour

l'examen sur la platine du microscope, puis en le plongeant à nouveau dans le bain si l'attaque est reconnue insuffisante.

Le molybdate n'est pas le seul sel d'ammoniaque donnant lieu à des colorations. On citera entre autres le vanadate et l'uranate d'ammonium qui servent à la préparation de solutions nitrovanadique et nitro-uranique suivant la formule :

15^{g} de vanadate (ou d'uranate) d'ammonium dans de l'eau distillée pour obtenir 100$^{cm^3}$.
100$^{cm^3}$ d'acide azotique de densité 1,20.

On fait alors le mélange :

Solution nitrovanadique (ou nitro-uranique)	2$^{cm^3}$
Alcool éthylique rectifié (95°)..	100$^{cm^3}$

Réactifs MV-MU normaux,

qui peut être étendu avec de l'alcool s'il est nécessaire.

On comprend l'avantage d'une représentation colorée des constituants qui, outre l'observation plus facile, rend le repérage d'un point plus aisé. Pour la conservation des images ainsi obtenues, on a recours à l'emploi de plaques autochromes Lumière.

Les modes d'attaque décrits s'appliquent aussi aux fers et quelquefois aux fontes.

Nous avons examiné de cette façon divers échantillons de rails, de rivets, de boulons, de tôles de chaudière, de barres d'attelage de wagons etc.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Structure et absorption des benzocyclanones-oximes.* Note (1) de Mme **Pauline Ramart-Lucas** et M. **Joseph Hoch**, présentée par M. Georges Urbain.

L'un de nous, avec Mme Grumez (2) et avec Mme Bruzeau (3), a mis en évidence après études sur l'absorption d'un grand nombre d'oximes (principalement dans la série benzénique), que ces corps peuvent posséder

(1) Séance du 9 décembre 1935.
(2) Mme Ramart-Lucas et Mme Marthe Grumez, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 959; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 53, 1933, p. 14 et p. 753-759.
(3) Mme Ramart-Lucas et Mme Bruzeau, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 53, 1933, p. 134.

non seulement la structure (I) généralement admise (laquelle prévoit dans certains cas l'existence de deux stéréoisomères) mais encore une structure dans laquelle les atomes qui constituent le groupe fonctionnel ne sont unis que par une liaison. On peut attribuer à cette forme la structure isooxime (III)

$$\text{(I)}\ {}^{Ar}_{R}\!\!>\!C{=}N{-}OH \qquad \text{(II)}\ {}^{Ar}_{R}\!\!>\!C{=}CH^2 \qquad \text{(III)}\ {}^{Ar}_{R}\!\!>\!C{-}NH\ (\text{pont } O) \qquad \text{(IV)}\ {}^{Ar}_{R}\!\!>\!CH{-}CH^3$$

Il avait été de plus observé ([1]) que les oximes de structure (I) ont des spectres assez voisins (forme et position des bandes) de ceux que possèdent les carbures éthyléniques (II) qui dérivent de ces oximes par remplacement du groupe $=N.OH$ par $=CH^2$ (ou $=CH.CH^3$). Les bandes d'absorption les plus proches du visible des oximes de formule (III) occupent sensiblement la même position que celles du carbure saturé (IV). Ceci confirmait les conclusions auxquelles avait abouti les mesures d'absorption.

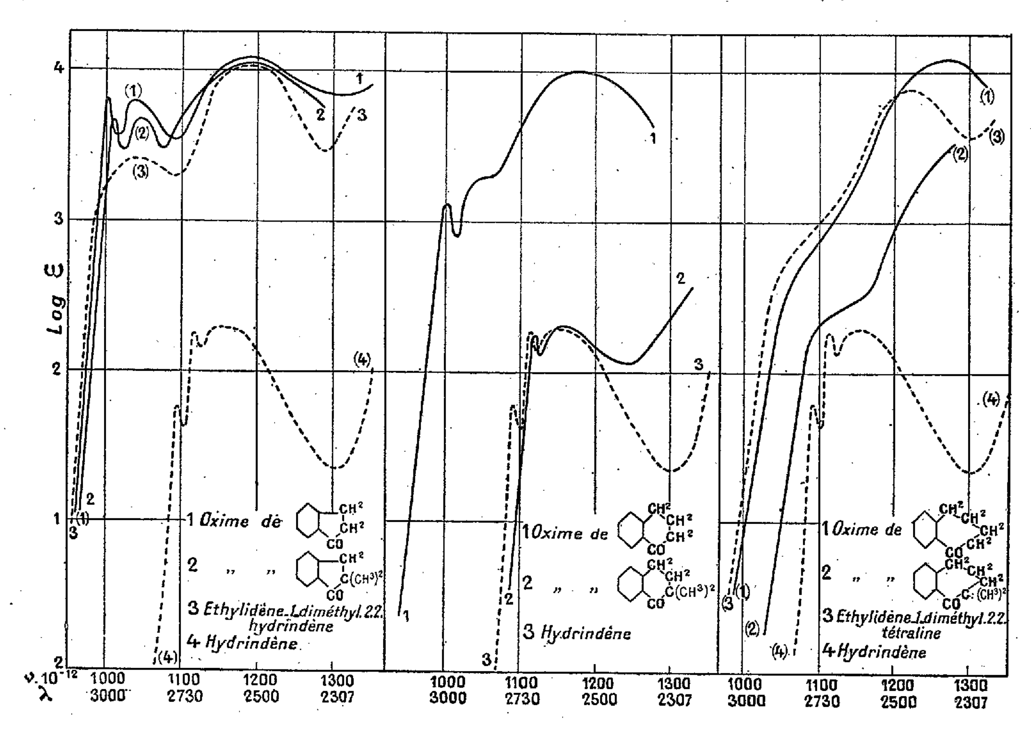
Nous avions par ailleurs constaté que, pour tous les cas étudiés, *les oximes des cétones α-trialcoylées* (trialcoylacétophénones, éther triméthylpyruvique) *ont la structure* (III). La formation des oximes (I) et (III) peut s'expliquer en admettant que l'hydroxylamine donne d'abord avec la cétone (ou l'aldéhyde) un produit d'addition (hydroxylamine-alcool) A, lequel peut perdre H^2O, selon l'une ou l'autre des deux manières indiquées ci-dessous, donnant dans un cas l'oxime (I) et, dans l'autre, l'oxime (III) :

$$HO{-}N{=}C{<}^{Ar}_{R} \leftarrow \underset{A.}{{}^{HO\,H\,N}_{HO}\!\!>\!C{<}^{Ar}_{R}} \qquad \underset{A.}{{}^{Ar}_{R}\!\!>\!C{<}^{NH\,OH}_{O\,H}} \rightarrow {}^{Ar}_{R}\!\!>\!C{-}NH\ (\text{pont } O)$$

On conçoit ainsi que l'apparition de l'un ou l'autre isomère dépend de la mobilité des H et des OH qui s'éliminent pour former H^2O, mobilité qui est elle-même fortement influencée, non seulement par le nombre et la nature des radicaux voisins du groupe fonctionnel, mais aussi, comme nous allons le montrer, *par les déformations des angles valentiels*. D'après cela, en modifiant d'une manière quelconque les radicaux situés en α vis-à-vis de la fonction, on devait trouver des cétones α trisubstituées susceptibles de donner des oximes de formule (I); c'est bien ce que nous avons constaté.

([1]) Mme RAMART-LUCAS, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 97 et p. 267; *Bull. Soc. chim.*, 5e série, 1, 1934, p. 719-730.

Nous avons mesuré l'absorption ultraviolette des oximes des benzocyclanones (V) et (VI), qui peuvent être considérées comme dérivant respectivement des mono et *o*-méthyltrialcoylacétophénones par simple cyclisation d'une chaîne carbonée, et nous avons obtenu, avec l'indanone et la α.α-diméthylindanone, des oximes ayant l'une et l'autre la structure (I), comme on



peut le voir sur la figure qui contient des courbes de ces oximes ainsi que celles de l'éthylidène diméthyl-α.α indène (IX) et de l'hydrindène (X).

(V) $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}(CH^2)^n\\CO\end{matrix}\right\rangle CH^2$ (VI) $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^3\\CO\end{matrix}\right\rangle(CH^2)^n.CH^3$ (VII) $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}(CH^2)^n\\CO\end{matrix}\right\rangle C(CH^3)^2$

(VIII) $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^3\\CO\end{matrix}\right\rangle \overset{(CH^2)^n.CH^3}{C}(CH^3)^2$ (IX) $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2\\C=CH.CH^3\end{matrix}\right\rangle C(CH^3)^2$ (X) $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2\\CH^2\end{matrix}\right\rangle CH^2$

Lorsque le nombre de CH^2 qui forment le cycle augmente, tout se passe comme dans le cas des cétones à chaîne ouverte (VI) et (VIII), c'est-à-dire que la cétone non substituée (V) donne un oxime de structure (I) alors que la cétone disubstituée (VII) conduit à une oxime ayant la forme (III). Dans le cas de la tétralone et de l'α.α-diméthyltétra-

lone, les solutions semblent contenir seulement la forme (I) à l'état pur pour la tétralone-oxime, et la forme (III) pour l'α.α-diméthyltétralone-oxime (voir *fig.* 2).

La benzosubérone et la diméthylbenzosubérone donnent des oximes qui, en solution alcoolique, se trouvent être en équilibre sous les deux formes (I) et (III); la solution de la benzosubérone-oxime contenant surtout la forme (I) et la solution de l'α.α-diméthylsubérone-oxime surtout la forme (III). C'est exactement ce qui se passe dans le cas des cétones à chaîne ouverte (VI) et (VIII).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide mannito-dimolybdique et sur les variations du* pH *déterminées dans les solutions molybdiques par addition de sucre.* Note de Mme **Zina Soubarew-Chatelain**, présentée par M. Georges Urbain.

M. Pierre Thomas et Mlle Kalman ont signalé [1] que l'addition de certains sucres à la solution acide ($pH = 3,2$) d'un molybdate alcalin en augmente l'acidité, tandis qu'en milieu alcalin ($pH = 9,2$) il y a exagération de la réaction alcaline.

Les phénomènes sont particulièrement accentués dans le cas de la mannite; au $pH = 5,65$ les solutions molybdiques sont indifférentes aux additions de sucres.

Après avoir décrit leurs expériences, les auteurs estiment que ce groupe de phénomènes ne trouve pas son explication dans l'hypothèse facile d'une formation d'esters molybdiques.

Cependant les recherches de Gernez [2], de Honnelaître [3] et de Tanret [4] avaient montré que les molybdates se combinent avec les sucres.

Les deux premiers auteurs s'étaient bornés à des mesures physico-chimiques; G. Tanret avait pu isoler un composé d'acide molybdique, de mannite et d'ammoniaque, auquel il avait attribué la formule

$$[13 M_0O^3, 7NH^3, 7C^6H^{14}O^6 - 6H^2O] + 3H^2O$$

---

(1) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 330.
(2) *Comptes rendus*, **112**, 1891, p. 1360.
(3) *Ann. de Chim.*, **3**, 1925, p. 54.
(4) *Bul. Soc. chim.*, **29**, 1921, p. 678.

et qu'il considère comme un mannito-molybdate d'ammonium, dont *les restes* de mannite seraient estérifiés par $6M_0O^3$, avec élimination de 6 molécules d'eau.

J'ai donné [1] une préparation de l'acide mannito-dimolybdique et des analyses qui assignent à ce corps la formule $Mo^2O^7H^2.C^6H^{14}O^6$. L'acide mannito-dimolybdique ne résulte pas, comme les recherches de G. Tanret le laissent supposer, d'une estérification de la mannite par l'acide molybdique avec élimination d'eau. C'est un complexe de mannite et d'acide molybdique sans élimination d'eau. L'expérience montre qu'il ne renferme qu'un ion $\overset{+}{H}$ salifiable. La constitution qui paraît lui convenir de préférence est celle d'un oxonium $[Mo^2O^7(H.C^6H^{14}O^6)]\overset{+}{H}$. Ses sels alcalins, comme cela résulte des observations physicochimiques de Honnelaître, sont éminemment décomposables par les alcalis ; la réaction en est la suivante :

$$[Mo^2O^7(H.C^6H^{14}O^6)]Na = 3NaOH \rightleftharpoons 2MoO^4Na^2 + C^6H^{14}O^6 + 2H^2O.$$

Il résulte de là que, si, à une solution de molybdate neutre de sodium, on ajoute de la mannite, il se forme le sel de sodium de l'acide mannito-dimolybdique avec élimination de trois molécules de soude. C'est cette libération qui explique l'accroissement de pH observé par addition de mannite à une solution de molybdate neutre de sodium, qui, étant légèrement hydrolysée, présente une légère réaction alcaline.

D'autre part on sait que les acides forts se combinent avec l'acide molybdique pour former des acides complexes, tels que l'acide molybdichlorhydrique $(MoO^3Cl^2)H^2$, désigné communément du nom de chlorhydrine molybdique, ou l'acide molybdioxalique $[MoO^2C^2O^4]H^2$ appelé encore oxalo-molybdique. En présence de mannite, les moins stables de ces acides complexes, par exemple l'acide molybdichlorhydrique, doivent se transformer suivant la réaction

$$2[MoO^3Cl^2]H^2 + C^6H^{14}O^6 + H^2O \rightleftharpoons (Mo^2O^7H.C^6H^{14}O^6)H + 4HCl.$$

Dans le premier membre de l'équation, figurent quatre hydrogènes ionisables; dans le second, le nombre des hydrogènes ionisables a augmenté d'une unité. Ainsi l'addition de mannite à une solution d'acide molybdique doit en augmenter l'acidité.

Ainsi se trouvent interprétés, en ce qui concerne la mannite, les faits

---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 942.

curieux observés par M. Pierre Thomas et Mlle Kalman. Il suffit de généraliser ce qui précède pour rendre compte du comportement des autres sucres. Ce comportement est tel qu'on doit admettre que les divers sucres forment, comme la manite, des acides dimolybdiques complexes de composition semblable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Absorption de la cyclopentanone par la nitrocellulose.* Note de MM. **Jean Desmaroux**, **Robert Vandoni**, et de Mlle **Thérèse Petitpas**, présentée par M. Georges Urbain.

La cyclopentanone a une tension de vapeur qui permet d'étudier sa fixation sur la nitrocellulose, soit en solution dans un milieu inerte (hydrocarbure), soit à l'état de vapeur.

1. *Fixation en solution.* — Deux séries de mesures ont été faites par une même méthode. Un poids déterminé (2^g) de nitrocellulose est mis en digestion à 40° pendant un mois dans 25^{cm^3} (exactement pesés) d'une solution de concentration variable de cyclopentanone dans un hydrocarbure saturé. La fixation du gélatinisant sur la nitrocellulose se déduit de la variation de concentration de la solution. Pour rendre les résultats indépendants du solvant choisi, on rapporte la concentration moléculaire (N_2) de la cyclopentanone dans la nitrocellulose (en C_6) non à la concentration, mais à l'activité (a_2) de la cyclopentanone dans l'hydrocarbure. L'activité est la fonction de Lewis et Randall. On l'a calculée en mesurant les tensions de vapeur partielles des solutions.

a. La première série a été faite sur un coton-poudre contenant 12,13 pour 100 d'azote (poids moléculaire moyen du groupe en $C_6 = 265,6$), le solvant étant l'hexane du pétrole, lavé à l'acide sulfurique. La variation de concentration était mesurée par la variation de l'indice de réfraction. Résultats :

a_2..........	0,164	0,180	0,319	0,493	0,631
N_2..........	0,208	0,486	0,578	0,648	0,698

b. La deuxième série a été faite sur une nitroramie contenant 13,55 pour 100 d'azote (poids moléculaire = 287,1), l'hydrocarbure était le cyclohexane. La variation de concentration était mesurée par dosage de la cétone à l'aide du chlorhydrate d'hydroxylamine. Résultats :

a_2....	0,0456	0,1005	0,1090	0,1673	0,2024	0,3203	0,4425	0,4457	0,6410
N_2....	0	0,2114	0,2560	0,3345	0,4774	0,5588	0,6220	0,6238	0,6982

On fera deux observations : 1° la cyclopentanone dissoute dans la nitrocellulose ne donne pas une solution idéale; elle s'écarte même d'une solution idéale beaucoup plus que ne le faisait la solution d'acétone. 2° les résultats donnés par le coton-poudre à 12,13 pour 100 N et la nitroramie à 13,55 pour 100 N se répartissent sur une seule et même courbe. *Le taux d'azote n'a aucune influence sur l'absorption.*

Fixation en milieu gazeux. — La méthode est identique à celle qui a servi pour l'acétone ordinaire ([1]). La cyclopentatone est dissoute dans l'huile de ricin et la nitrocellulose est exposée dans la vapeur de la solution à 40° pendant 1 mois à 1 mois et demi. L'activité de l'acétone est déterminée en mesurant (par balayage) la tension de vapeur (h) de la cyclopentanone au-dessus de sa solution huileuse. On a $a_2 = h/h_0$, h_0 étant la tension du corps pur. La concentration moléculaire dans la nitrocellulose résulte de deux pesées avant et après essai.

Deux séries de mesures ont été faites, l'une sur le coton-poudre à 12,13 pour 100 N dont il vient d'être question, l'autre sur une nitroramie à 13,55 pour 100 N très voisine de la précédente nitroramie. Résultats :

Coton-poudre à 12,13 *pour* 100 N.

a_2....	0,033	0,075	0,111	0,205	0,276	0,391	0,510	0,597	0,610	0,670	0,724	0,727	0,768
N_2....	0,017	0,064	0,104	0,212	0,302	0,524	0,534	0,571	0,589	0,616	0,659	0,661	0,691

Nitroramie à 13,55 *pour* 100 N.

a_2.....	0,03	0,08	0,19	0,35	0,51	0,59	0,73	0,85	0,96
N_2.....	0	0,024	0,183	0,396	0,505	0,560	0,637	0,720	0,864

Comme en milieu liquide, les deux courbes sont exactement superposables. *Le degré de nitration n'a aucune influence sur l'absorption.*

Les valeurs des absorptions gazeuses sont déplacées nettement dans le sens des activités croissantes par rapport aux absorptions en milieu liquide. En d'autres termes, à une même activité, correspond, en milieu gazeux, une concentration moléculaire du gélatinisant nettement plus faible qu'en milieu liquide. Ces écarts peuvent tenir à la difficulté des mesures d'activités, mais ils sont plus probablement dus à une action de l'hydrocarbure saturé qui, bien qu'inerte, doit quelque peu gonfler la fibre et faciliter la gélatinisation.

([1]) J. Desmaroux et M. Mathieu, *Mémorial des Poudres*, 26, 1934-1935, p. 180.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydes organiques dissociables. Sur la formule naphtacénique des rubènes. Synthèse du tétraphényl-9-10-11-12-naphtacène; son identité avec le tétraphénylrubène (ancien rubrène).* Note [1] de MM. **Charles Dufraisse** et **Léon Velluz**, présentée par M. Marcel Delépine.

I. MM. Ch. Dufraisse, L. Velluz, R. Horclois, A. Étienne et M. Gérard [2], ont fait connaître, en conclusion de recherches variées, que les rubènes devaient avoir la structure des naphtacènes, et annoncé en même temps une série de Mémoires justificatifs.

Malgré la préférence que nous aurions eue pour la présentation coordonnée de ces divers travaux en un ensemble cohérent, un récent mémoire de Eck et Marvel [3] nous incite à publier séparément, sans plus tarder, le résumé de l'un d'eux, afin de sauvegarder son antériorité.

II. Étant arrivés par ailleurs à la conviction que les rubènes devaient être des naphtacènes, V, et non pas des fulvènes, VIII, comme on l'avait admis jusqu'alors, nous nous sommes proposé, dans le présent travail, de contrôler cette présomption par la synthèse du tétraphényl-9-10-11-12-naphtacène, V, lequel, d'après notre hypothèse, devait être identique au tétraphénylrubène (ancien rubrène). A cet effet, nous avons phénylé le naphtacène aux quatre sommets 9, 10, 11, 12, en traitant par le bromure de phénylmagnésium la dihydroxy-11-12-naphtacènequinone-9-10, I, décrite par Gabriel et Leupold [4] sous le nom d'isoéthinediphtalide.

Nous avons isolé plusieurs corps intermédiaires, parmi lesquels la diphényl-11-12-naphtacènequinone-9-10, III, beaux cristaux jaunes, fondant instantanément à 284° et provenant de la déshydratation du diphényldihydroxydiquinol, II, le produit d'une double phénylation.

La suite des opérations, qui comporte une nouvelle phénylation de la quinone précitée — avec passage au diquinol tétraphénylé IV — aboutit finalement, par perte d'eau, à un hydrocarbure $C^{42}H^{26}$, VI, dont les solutions possèdent une fluorescence violette intense. Or, ce corps est identique à un hydrocarbure dérivé de la série rubénique, le *déhydroru-*

---

(1) Séance du 2 décembre 1935.

(2) *Bull. Soc. chim.*, 2, 1935, p. 1546 (procès-verbal de la séance du 28 juin).

(3) *Am. Chem. Soc.*, 57, 1935, p. 1898.

(4) *Ber. d. chem. Ges.*, 31, 1898, p. 1159.

brène (épreuve du mélange, fluorescence, spectre d'absorption ultraviolette) [([1]) et ([2])].

Ce premier résultat, déjà démonstratif, a été amplement confirmé lorsque nous avons substitué à la réaction déshydratante finale une réaction de réduction (enlèvement des deux OH). Dans ce cas, en effet, on obtient, comme nous l'avions prévu, un hydrocarbure rouge orangé, $C^{42}H^{28}$, manifestement identique au tétraphénylrubène (épreuve du mélange, spectre d'absorption, oxydabilité réversible). Celui-ci est donc, d'après sa nouvelle origine, le tétraphényl-9-10-11-12-naphtacène, V.

III. A côté de la dihydroxynaphtacènequinone, I, dont nous sommes partis, le procédé de préparation de Gabriel et Leupold donne simultanément un isomère à structure bis-indénique, le bis-dicétohydrindène, VII, dont le squelette carboné est justement celui de l'ancienne formule des rubènes, VIII. Il s'imposait de refaire sur ce corps la série des réactions faites sur son isomère, en vue d'obtenir l'hydrocarbure ayant réellement la structure VIII, et isomère de l'ancien rubrène.

Nous n'avions eu garde d'y manquer (avec M. Gérard); mais ce deuxième travail vient d'être devancé par l'intéressant Mémoire de Eck et Marvel (*loc. cit.*), signalé plus haut. Comme leurs résultats recouvrent les nôtres, nous renonçons à faire état de nos expériences pour cette deuxième partie de

([1]) CHARLES DUFRAISSE et MARIUS BADOCHE, *Comptes rendus*, **193**, 1931, p. 63.
([2]) CHARLES DUFRAISSE et LÉON ENDERLIN, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 183.

notre étude; nous nous bornons, en ce qui la concerne, à adopter les conclusions des auteurs américains, savoir : la phénylation du bis-dicétohydrindène ne donne pas de produits appartenant à la série rubénique.

Ce résultat corrobore, quoique par un argument négatif, la preuve positive que nous apportons dans la présente Note.

IV. Une théorie antérieurement développée ([1]), reliait l'oxydabilité réversible aux phénomènes de dissociation, radicaux libres en particulier, que devaient présenter au moins deux des carbones des rubènes.

De ce point de vue la formule naphtacénique est plus satisfaisante que la fulvénique, car quatre de ses carbones (9, 10, 11 et 12) ont chacun trois saturations arylées et sont ainsi véritablement triarylméthyliques. Elle répond donc mieux aux conditions de dissociabilité en radicaux libres qui avaient été posées, puisqu'en cela elle s'identifie presque avec le modèle cité alors pour la comparaison, le triarylméthyle lui-même, $Ar^3 \equiv C-$, prototype des radicaux libres.

Par là également elle se rattache à la structure des mésodiarylanthracènes, corps dont l'oxydabilité réversible a été récemment découverte, justement comme conséquence de ladite théorie [([2]) et ([3])].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la combustion sans flamme des matières combustibles liquides à faible tension de vapeur.* Note de M. **Henry Gault**, présentée par M. Marcel Delépine.

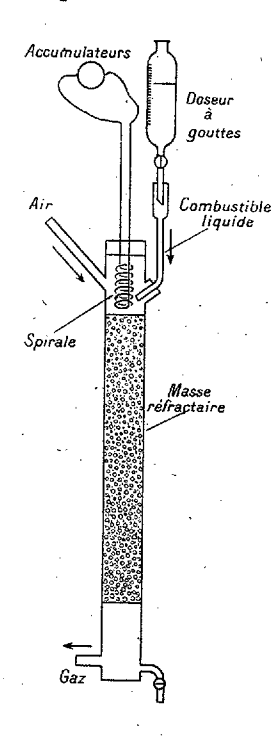
La combustion directe des matières organiques liquides, dont la tension de vapeur est très faible, sinon nulle, à température ordinaire, par exemple des *combustibles liquides lourds*, ne peut être déterminée et entretenue que grâce à l'emploi de dispositifs ayant, avant tout, pour but de créer une grande surface de contact entre la matière combustible et l'air nécessaire à sa combustion : répartition du liquide par capillarité sur une mèche, vaporisation ou gazéification préalables, pulvérisation par l'air, ou par la vapeur d'eau, etc....

Il ne semble pas avoir été signalé jusqu'à présent qu'il était possible de réaliser cette combustion, directement et d'une manière très simple, en faisant écouler la matière liquide, dans un flux d'air à débit réglable et sous

([1]) Charles Dufraisse, *Bull. Soc. chim.*, 53, 1933, p. 837.
([2]) Charles Dufraisse et André Étienne, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 280.
([3]) Charles Dufraisse et Marcel Gérard, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 428

une pression voisine de la pression atmosphérique, sur des matières réfractaires, de préférence à grande surface de contact, et préalablement portées, sur quelques points, à une température voisine du rouge. La combustion s'amorce, puis s'entretient d'elle-même, sans aucun apport de chaleur extérieur et elle présente cette particularité de s'effectuer sans flamme.

Si le débit d'air est convenablement réglé, la combustion peut être *totale*, c'est-à-dire que les gaz formés par cette combustion ne renferment plus ou



ne renferment que des traces de matières hydrocarbonées et d'oxyde de carbone.

Le dispositif ci-dessus (voir la figure), dont on peut naturellement imaginer de multiples variantes, m'a donné de bons résultats.

On remplit un tube d'acier, vertical, de 35^{mm} de diamètre sur une longueur d'environ 50^{cm}, avec une matière alumineuse ou silicoalumineuse, peu fusible, en grains de 5 à 8^{mm} de diamètre moyen, en ménageant à l'extrémité supérieure du tube un espace vide sur 10 à 15^{cm} de longueur. On introduit dans cette chambre une spirale métallique que l'on peut porter électriquement à l'incandescence en même temps que l'on y fait arriver, par deux ajutages, séparés ou coaxiaux, et à des débits convena-

blement réglés, d'une part de l'air, d'autre part la matière combustible liquide, par exemple gaz-oil, fuel-oil, huile végétale, goudron de houille, etc. Le liquide s'enflamme et, après un temps qui n'excède pas 2 à 3 minutes, une fraction de la surface supérieure de la masse refractaire ayant atteint une température suffisamment élévée, on peut couper le courant de chauffage de la spirale et, en agissant sur l'air, éteindre la flamme. La matière combustible liquide coulant, en gouttes ou en filets, sur la masse réfractaire brûle avec une régularité parfaite. La zone de combustion s'étale progressivement et la masse est portée au rouge sur une longueur de 25 à 30^{cm}.

L'analyse des gaz produits par la combustion montre qu'ils ne renferment que des traces à peine dosables d'hydrocarbures et que la proportion d'oxyde de carbone est de l'ordre de 0,05 à 0,1 pour 100 en volume.

D'autre part la masse réfractaire comprise dans la zone de combustion est, l'opération terminée, exactement dans le même état qu'avant la combustion : on n'observe, en particulier, aucun dépôt de carbone ou de goudron.

On conçoit que le volume d'air introduit puisse ne pas excéder la quantité nécessaire à la combustion complète de la matière combustible et que, dans ces conditions, le rendement thermique soit élevé.

On conçoit également que si l'on augmente le débit de la matière combustible liquide en laissant constant le débit de l'air, on puisse réaliser, avec ce même dispositif, une combustion *partielle*, sans flamme, génératrice d'un mélange combustible de gaz et de vapeurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthylhexite.*

Note de M. **Joseph Wiemann**, présentée par M. Robert Lespieau.

En passant par leurs phényluréthanes j'ai réussi à séparer, soit le divinylglycol de Griner, soit le dipropénylglycol de Charon, en deux isomères cristallisés [1]. L'oxydation des deux premiers, par exemple, le divinylglycol symétrique et le divinylglycol racémique, m'a conduit respectivement à l'allite et à la *dl*-mannite.

J'ai cherché à opérer de même avec le vinylpropénylglycol que j'ai décrit précédemment. Le produit brut, oxydé, m'a fourni un mélange, dont j'ai extrait une méthylhexite bien cristallisée, fondant à 190°; or, en le traitant par le carbanile, j'ai pu en dériver une phényluréthane bien caractérisée (*loc. cit.*).

Celle-ci, saponifiée par la baryte, m'a fourni un liquide (ébull. 111° sous

(1) Wiemann, *Thèse*, Paris, 1935.

12^mm), que jusqu'ici je n'ai pu faire cristalliser, mais dont la réfraction moléculaire correspond bien à celle d'un vinylpropénylglycol : à 23°, d_4 0,9944 et n_D 1,4800, d'où R. M. 36,57 (théorie 36,64).

1g,8 de ce liquide, traité par 1g,7 de chlorate d'argent dissous dans 250cm³ d'eau, en présence de 0g,05 d'acide osmique, m'a donné 0g,5 d'un produit cristallisé fondant à 127° après recristallisation. L'absence totale du corps fondant à 190° montre que le vinylpropénylglycol brut est un mélange des deux diastéréoisomères, et que le liquide utilisé ici ne renferme que l'un des deux.

Le produit fondant à 127° est bien une méthylhexite; son analyse donne, en effet, pour 100, C 43,19 et H 8,14, la théorie voulant 42,86 et 8,16. Ce corps, soluble dans l'alcool froid, y est très soluble à chaud, ainsi que dans l'eau à la température ordinaire, sa saveur est sucrée. Chauffé avec de l'anhydride acétique il donne une acétine insoluble dans l'eau, qui n'a pas cristallisé jusqu'à présent.

Par action de l'aldéhyde benzoïque on en tire des cristaux feutrés, légers, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, et fondant à 151°. Mais des essais de fractionnement montrent qu'il y a là un mélange d'acétal dibenzoïque (le plus soluble des deux) et d'acétal tribenzoïque, que je n'ai pu encore séparer complètement. J. Meunier [1] a trouvé que la sorbite fournit avec l'aldéhyde benzoïque un mono et un diacétal fondant tous deux au même point; or ici les points de fusion paraissent identiques.

Détermination de la formule stérique. — L'allite, plus symétrique que la mannite, fond plus bas qu'elle et dérive du divinylglycol dont la phényluréthane est la moins soluble. En admettant que dans le cas actuel les symétries ont les mêmes influences, comme la nouvelle méthylhexite est la plus fusible des deux et dérive du vinylpropénylglycol donnant la phényluréthane la moins soluble, il faut en conclure que sa formule stérique est

$$\begin{array}{ccccccccccccc} & & \mathrm{H} & & \mathrm{OH} & & \mathrm{OH} & & \mathrm{OH} & & \mathrm{OH} & & \\ & & | & & | & & | & & | & & | & & \\ \mathrm{CH^3} & - & \mathrm{C} & - & \mathrm{C} & - & \mathrm{C} & - & \mathrm{C} & - & \mathrm{C} & - & \mathrm{CH^2OH} \\ & & | & & | & & | & & | & & | & & \\ & & \mathrm{OH} & & \mathrm{H} & & \mathrm{H} & & \mathrm{H} & & \mathrm{H} & & \end{array}$$

identique, à partir du troisième atome de carbone, à celle de l'allite.

Je compte vérifier cette constitution en étudiant l'oxydation du corps par voie chimique et bactériologique.

(1) *Ann. de Chim.*, 6e série, 22, 1891, p. 424-30.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur l'orientation des molécules de la cire d'abeille.* Note de MM. **Paul Woog** et **N. Yannaquis**, présentée par M. Marcel Brillouin.

La cire d'abeille est constituée, comme on le sait, de substances formées de molécules, à longue chaîne, polaires; on devait donc envisager comme probable l'orientation, en diverses circonstances, de ces molécules anisotropes. Nous avons recherché l'existence éventuelle d'une telle orientation.

Nous avons d'abord étudié les petites écailles isolées, transparentes qui sourdent entre certains anneaux de l'abdomen des cirières. De telles écailles furent exposées dans un spectrographe oscillant, à un rayonnement X (20 à 25 milliampères sous 30 à 35 kilovolts) donné par une anticathode en cuivre et filtré par une feuille de nickel. L'appareil était disposé de façon à ce que le faisceau se réfléchisse sur la surface plane de l'écaille que l'on faisait osciller autour d'un axe contenu dans cette surface. En opérant ainsi, on obtint des spectres d'orientation très nets accompagnés de quelques raies statistiques que l'on retrouvera d'ailleurs dans tous nos essais. Cette orientation des molécules de la cire est probablement due à ce que celle-ci est élaborée par une membrane dont la mosaïque cellulaire est très régulière, puis à l'action mécanique du laminage que subit ensuite la plaquette de cire forcée sur la pièce chitineuse inférieure de l'appareil cirier de l'insecte avant d'apparaître au dehors.

Mais on sait que les Abeilles n'emploient pas directement ces écailles pour leur travail : elles les mastiquent et les mélangent avec leur salive, puis elles vont fixer la masse plastique ainsi préparée à l'endroit où s'édifie le rayon et où s'exécute alors le modelage des cellules. Nous avons examiné ces cellules nouvellement bâties et les faibles spectres donnés par les rayons X prouvent qu'à ce moment, la proportion de molécules orientées est peu importante (4 ordres de raies faibles). Le malaxage des écailles natives de cire par l'Abeille détruit donc en grande partie l'orientation initiale.

L'origine de l'ébauche des assises moléculaires subsistant après la trituration des écailles peut être rapportée, soit à des effets de tension superficielle agissant sur la cire molle, soit au travail mécanique nécessité par la construction des cellules. Nous avons cherché à reproduire de semblables manifestations en filant de la cire sous une pression de 250^{kg} environ, au travers d'une filière rectangulaire de $2^{mm} \times 5/10$ et de $1^{mm},6$ de hauteur, de manière à provoquer une orientation des molécules dirigeant

leur axe vers la surface du fil. Des rubans furent ainsi préparés à 17° (I), à 29° (II) et à 38° (III).

Examinés aux rayons X en couplant les spectres, les trois rubans donnèrent les spectres d'orientation à raies faibles et floues. Entre I et II, le réseau n'a pas varié, l'intensité et l'écartement des raies sont les mêmes, aux erreurs de mesure près; par contre, le spectre de III accuse une dilatation du réseau cristallin : il y aurait donc un point de transformation entre 29° et 38°.

	I.	II.	III.
$dA^\circ =$	91	92	122
	4,3	4,3	4,9
	3,9	3,9	4,0

Ainsi la contrainte mécanique détermine bien une orientation d'ailleurs influencée par la pression (six ordres de raies pour une forte pression); mais en tous cas, la proportion de molécules orientées dans la cire reste faible.

L'existence d'un point de transformation et l'influence que la chaleur exerce normalement sur l'évolution des cristaux, conduisait à examiner ce que devient l'orientation moléculaire lorsque la cire est soumise à une élévation de température. Un ruban de cire fut recuit 48 heures à 40° puis passé au spectrographe. On constata un accroissement important de l'orientation, les raies étant deux à trois fois plus intenses qu'auparavant et bien plus nettes. Même résultat en recuisant à 50°; un ruban recuit à 30° pendant 23 jours montra également une orientation renforcée.

On opéra aussi sur des cloisons de cellules blanches nouvellement bâties. Une paroi recuite à 30° pendant 12 jours n'acquit pas une structure plus orientée qu'une cloison naturelle; par contre, sur une telle paroi maintenue 23 jours à 30° on nota une accentuation nette de l'orientation. En opérant à 40°, les résultats après 72 heures furent encore plus sensibles; de même en recuisant à 48-49°.

Il existe donc bien dans les cloisons des cellules, une orientation primitive lâche qui, sous l'influence de la température s'accentue peu à peu en fonction du temps.

Les différentes cires blanches françaises que nous avons examinées (Bourgogne, Normandie, Alpes) présentaient à peu près le même degré d'orientation. De la cire blanche produite en pays tropical (Côte d'Ivoire) ayant ainsi été exposée à une température élevée était plus orientée que nos cires indigènes.

Les cloisons de cellules jaunes de construction récente possèdent une orientation du même ordre que celle des cellules blanches.

L'examen spectral aux rayons X des cellules brunes a montré qu'il n'y avait plus dans ce cas d'orientation moléculaire ou que celle-ci n'existait qu'à l'état de trace. Cette absence d'orientation a été confirmée sur toutes les cellules brunes examinées.

Ces propriétés moléculaires des cires semblent en relation avec certaines particularités de la construction des rayons.

GÉOLOGIE. — *Spongilles et gypse silicifié dans l'Éocène supérieur du Berry.* Note de M. **André Vatan**, présentée par M. Lucien Cayeux.

La formation assez improprement appelée sidérolithique, forme en bordure du Massif Central des zones où l'on reconnaît les débris d'une ancienne couverture démantelée par l'érosion.

Ces terrains détritiques, associés à des formations purement résiduelles, sont surmontés de plusieurs niveaux de calcaires lacustres et de meulières, dont une partie au moins serait d'âge ludien.

Les matériaux faisant l'objet de cette Note, ont été prélevés dans cette couverture lacustre du sidérolithique du Berry.

A Vicq-Exemplet (Cher), la coupe classique par les discussions auxquelles elle a donné lieu est la suivante : une masse de sables granitiques et de grès intercalés est surmontée de grès à grain fin passant à des meulières ayant fourni *Nystia Duchasteli*. Ces grès passant aux meulières présentent parfois un aspect bréchiforme. Examinés en plaque mince ils montrent un caractère fluviatile, c'est-à-dire des grains anguleux, sans classement. Les minéraux, outre le quartz, de beaucoup prédominant, sont la tourmaline, le sphène, le rutile. De plus, du rutile très fin forme un fond nuageux sur le ciment. C'est là un caractère banal des grès de cette formation.

Ces grès se montrent particulièrement riches en organismes. Des spicules de Spongilles se reconnaissent à leur forme allongée, bien différente de la forme ramassée des spicules de Spongiaires marins. Ces spicules se présentent, soit en sections circulaires, soit en sections longitudinales. Ces sections longitudinales sont souvent orientées parallèlement; dimensions moyennes : longueur $0^{mm},2$; diamètre $0^{mm},02$.

A une trentaine de kilomètres plus à l'est, dans la vallée du Cher, à Urçay, des meulières du même âge m'ont fourni les mêmes spicules. A

signaler dans la première localité d'autres restes organiques se présentant en sections circulaires d'un diamètre un peu plus grand que celui des spicules, et un organisme devant être rapporté vraisemblablement à un végétal inférieur. Il faut signaler également dans ces grès de petits galets d'opalite présentant des squelettes de cristaux ayant les formes caractéristiques du gypse.

Les mêmes squelettes de cristaux de gypse se présentent dans les meulières de la région de Mehun-sur-Yèvre, beaucoup plus au nord. Le gypse est, soit à l'état de petits galets épigénisés par la calcédonite, soit en cristaux isolés épigénisés. Pour trouver du gypse silicifié en masses plus importantes il faut aller à l'est de Vierzon, dans la vallée du Barangeon, à Saint-Laurent. Il se présente là, en grosses lentilles de plusieurs mètres d'épaisseur. La roche possède souvent, soit une couleur ambrée et un aspect cireux caractéristiques, soit parfois un aspect laiteux. Très dure et fragile, on pourrait la prendre sans le secours du microscope, pour une opalite, roche à laquelle elle est d'ailleurs associée.

En plaque mince, apparaît en lumière naturelle un enchevêtrement de cristaux fusiformes dont l'aspect rappelle tout à fait celui des cristaux de gypse du « silex » nectique de Paris; dimensions : longueur, $0^{m}, 06$; largeur, $0^{mm}, 02$. En lumière polarisée les cristaux apparaissent épigénisés par la silice.

La présence de ce gypse éocène n'était pas connue avec certitude dans le bassin de Paris méridional [1]. Deux hypothèses se présentent pour l'expliquer : origine lagunaire ou origine lacustre.

La première suppose des conditions de dépôt comparables à celles du gypse du bassin de Paris, la formation lagunaire s'intriquant par place avec des formations lacustres d'une manière rappelant le passage du gypse parisien au calcaire de Champigny.

La seconde hypothèse s'appuie sur les phénomènes actuels. On connaît des lacs salés, aux États-Unis, en Afrique du Nord : les chotts tunisiens, où le gypse se dépose. Cela implique un climat aride. Telles devaient être les conditions climatiques à l'Éocène, comme en témoigne la cuirasse rouge du sidérolithique dénotant un climat semi-aride. En admettant cette idée, on pourrait trouver dans la présence de gypse éocène dans le Berry, un témoignage en faveur d'une hypothèse émise récemment sur l'origine du

---

[1] Boulanger et Bortera, texte explicatif de la *Carte géologique du département du Cher*, 1850, p. 132.

gypse parisien, hypothèse d'après laquelle il faudrait chercher dans le Trias gypsifère démantelé, l'origine du gypse parisien. Le gypse berrichon serait alors un jalon laissé dans le transport des eaux chargées de sulfate de chaux vers la lagune du gypse parisien.

GÉOLOGIE. — *Les plissements tertiaires de l'Anatolie Centrale*. Note de M. **Ernest Chaput**, présentée par M. Charles Jacob.

Nous avons reconnu, dans les régions galates de l'Anatolie Centrale, un système de plis très étendus, affectant des terrains dont l'âge a pu être parfois précisé ([1]). Ces terrains se groupent en zones successives, que l'on peut définir de la manière suivante, en allant du Nord-Ouest vers le Sud-Est : *a*, zone du Flysch, surtout nummulitique; *b*, zone mésozoïque de Yakacik (Lias, Jurassique presque complet, avec zones de radiolarites et de serpentines); une couverture morcelée de terrains gypsifères s'est conservée aux environs de Yuva; *c*, zone paléozoïque de l'Elma Dagh (nous y avons trouvé surtout du Viséen et du Permien à Fusulinidés; en outre, l'existence de l'Ouralien, indiquée d'abord sous réserves, est maintenant bien établie, M. Ciry ayant reconnu *Schwagerina princeps* Ehrenbg. dans les calcaires de Lodumu); *d*, zone du Teke Dagh (serpentines, radiolarites, Flysch); *e*, zone nummulitique de Bâla (la *série gypsifère*, ici dominante, est postérieure à des calcaires à Nummulites lutétiennes; en outre, on ne peut la séparer de celle qui, plus à l'Est, entre Sivas et Kangal, supporte des calcaires à *Potamides Lamarcki* Brgnt.).

Abstraction faite des plissements antérieurs au dépôt du Flysch (celui-ci, près de Haymana, comprend à la fois du Crétacé supérieur et du Nummulitique), les chaînes galates ont été plissées au Nummulitique, après le dépôt de la série gypsifère, dont les plis sont assez serrés à Yuva, plus amples dans les zones du Teke Dagh et de Bâla.

Depuis les environs d'Ankara, on suit les chaînes galates d'une part vers le Nord-Est (ces chaînes se relient aux rameaux méridionaux des chaînes pontiques dans la région d'Amasia), d'autre part vers le Grand Lac Salé (Tuz Göl); leur direction s'infléchit alors, d'abord vers le Sud, puis vers le Sud-Est, le long du bord oriental du Tuz Göl, où la série gypsifère est

([1]) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1592, 1754, 1960; **197**, 1933, p. 1134; **200**, 1935, p. 767.

encore fortement plissée, tandis que les calcaire lacustres miocènes sont seulement faillés.

Au delà du Tuz Göl, le prolongement de l'arc plissé galate vers le Sud-Est est masqué par le Miocène tabulaire, mais au delà du domaine miocène, entre l'Ak Göl d'Eregli et le Taurus, dans la région d'Ivriz, on retrouve une structure zonaire, analogue à celle des régions galates. Des environs d'Eregli à la vallée du Çakit, les plis sont dirigés d'abord vers le Sud-Est, puis vers l'Est et enfin vers le Nord-Est.

Par exemple, en allant des environs d'Eregli vers le Sud (Ivriz), on traverse d'abord la série gypsifère et le Flysch, puis un ensemble d'ophiolites, de radiolarites, de schistes lustrés; au delà viendrait le Paléozoïque. Cette succession zonaire est analogue à celle qu'on observe entre le Tuz Göl et l'Elma Dagh. Ou bien les plis de la région d'Ivriz se relient directement aux plis galates de part et d'autre du domaine miocène, ou bien il s'agit de deux rameaux voisins.

Les zones plissées décrites ici relient les chaînes pontiques et les chaînes tauriques à travers l'Anatolie Centrale; celle-ci nous apparaît, non pas comme un vaste massif stable pendant les plissements alpins, mais comme un assemblage de régions relativement rigides et de zones faibles où des plis se sont formés jusqu'à l'Oligocène.

GÉOLOGIE. — *Sur les bauxites de la Lika* (*Yougoslavie*). Note de M. **Georges Emelianoff**, présentée par M. Charles Jacob.

L'existence de bauxites dans les environs de Gračac et de Rudopolje à l'Est du Velebit, dans la vallée de la Lika, est connue depuis les travaux de Kišpatić et de Tučan (de Zagreb). Ces savants ont montré que les bauxites de cette région sont caractérisées, minéralogiquement, par le diaspore et, géologiquement, par leur situation dans les terrains du Trias [1].

M. Jacques de Lapparent a montré, d'autre part, que les bauxites de Grèce sont, elles aussi, des bauxites à diaspore, mais que l'âge de leur formation doit être rapporté au Crétacé supérieur [2]. Comme en outre il

[1] M. Kišpatić. *Neues Jahrbuch für Min. Geol. und Pal.*, Stuttgart, 34, 1912, p. 513; F. Tučan, *Prilog. mineralnome i kemijskome poznavanju Ličkih boxita*, Zagreb, 1934.

[2] J. de Lapparent, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1162.

existe en Dalmatie et en Herzegovine, dans le Crétacé supérieur et dans l'Éocène, des bauxites à bœhmite et à gibbsite, dans la constitution desquelles n'entre pas le diaspore, il était intéressant de préciser l'âge des bauxites de la Lika. C'est l'objet de cette Note.

Géologiquement, la région de Gračac-Bruvno est formée d'un large dôme à noyau triasique. Les flancs de ce dôme sont jalonnés par une ceinture de gîtes de bauxites. La situation de ces derniers est particulièrement nette aux environs de Bruvno (Vodena Glava), sur le flanc nord du dôme, et près de Lisina Selo, au pied du Tomashev Vrh, sur son flanc sud.

En ces points j'ai pu constater que les gîtes bauxitiques, du type *en poches de décalcification*, avaient comme mur un calcaire blanc à *Daonella Moussoni* d'âge vraisemblablement carnien, qui repose sur une dolomie saccharoïde, et comme toit une brèche ferrugineuse, chargée des pisolites de la bauxite, dont l'épaisseur varie de 3 à 5^m.

Cette brèche est recouverte par une assise de marnes rouges finement sablonneuses de 30^m de puissance sur laquelle repose une dolomie saccharoïde analogue à celle que l'on voit au mur du minerai. Il y a, sur cette dolomie, une très épaisse série de calcaires gris bien stratifiés, entremêlés de grès dolomitiques bitumineux dont la base n'est pas fossilifère mais qui fournit, dans les assises du sommet, de rares *Megalodus pumilis* et des *Lithiotis* témoignant de leur âge liasique.

L'âge exact des couches du toit des bauxites, c'est-à-dire de la brèche, des marnes rouges et de la dolomie supérieure est difficile à préciser avec exactitude en l'absence de fossiles. Par analogie entre les deux niveaux dolomitiques, il semble qu'on puisse classer cette série dans le Trias supérieur, probablement dans le Norien, car cet étage est transgressif dans le Velebit.

En tout cas, la présence de la brèche indique nettement une période d'émersion (probablement située entre le Carnien et le Norien). La sédimentation n'aurait été interrompue que pendant un court moment. Les marnes rouges indiqueraient le retour de la mer; puis le rétablissement des anciennes conditions de sédimentation se serait manifesté par la formation de la dolomie supérieure.

Quoi qu'il en soit, les bauxites sont très nettement dans la masse des terrains dont je viens de parler. Elles sont stratigraphiquement antérieures aux dépôts du Lias à *Megalodus* et *Lithiotis*. Elles sont, de ce fait, les plus anciennes dont on puisse enregistrer la présence dans les pays balkaniques.

Leur position actuelle ne peut d'ailleurs en aucune manière être imputée à des accidents orogéniques. La tectonique de la région est fort simple. En dehors des plis, on ne relève que la présence de failles pseudo-verticales, affectant en particulier le sommet du dôme triasique et sa zone bordière, et l'on ne constate l'existence d'aucun mouvement tangentiel important.

GÉOLOGIE APPLIQUÉE. — *Sur les schistes bitumineux de Saulx-de-Vesoul.* Note (¹) de M. **Louis Longchambon.**

Nous avons déjà présenté à grands traits l'extension du faciès hydrocarburé toarcien dans l'est de la France (²). La présente Communication précise nos connaissances sur le Toarcien bitumineux dans la région de Saulx-de-Vesoul.

La zone dans laquelle le Toarcien constitue le sol et le sous-sol immédiat a été portée sur la carte ci-après. En dehors des affleurements très nombreux, le Toarcien a été reconnu par sondages (³). Les cotes extrêmes entre lesquelles le schiste bitumineux a été identifié, sont données ci-dessous :

Sondages.	Cotes extrêmes du schiste.		Épaisseurs.	Sondages.	Cotes extrêmes du schiste.		Épaisseurs.
			m				m
1.....	— 5	— 22	17	10.....	— 4	—31	27
2.....	—72	— 91	19	11.....	— 8	—37	29
3.....	—98	—118	20	12.....	— 8	—41	33
4.....	0	— 7	7	13.....	placé sous le Toarcien		
5.....	— 2	— 13	11	14.....	— 4	—18	14
6.....	0	— 7	7	15.....	0	—18	18
7.....	0	— 8	8	16.....	— 2	—31	29
8.....	0	— 2,50	2,50	17.....	—40	—70	30
9.....	0	— 8,60	8,60	18.....	—59	—89	30

Les sondages 2 et 3 ainsi qne 17 et 18 ont atteint le schiste en place sous un recouvrement important de Bajocien. On peut remarquer que l'épaisseur du Toarcien bitumineux, à 10^{km} de distance, varie de 20^{m} (sondages 2 et 3) à 30^{m} (sondages 17 et 18).

La teneur en huile varie d'une façon sensible d'un point à l'autre dans un

(¹) Séance du 9 décembre 1935.

(²) L. et H. Longchambon, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1229.

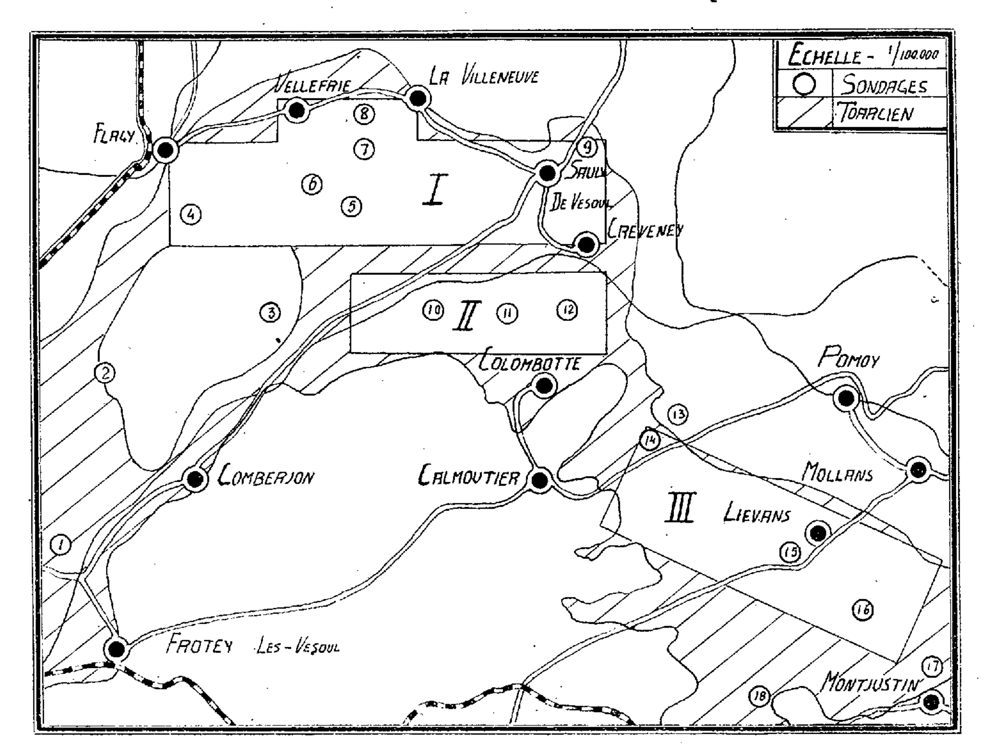
(³) Sondages de MM. Petit, H. Velin, Planchin et Hinzelin.

même plan de sédimentation, et de façon plus considérable lorsqu'on fait des prélèvements sur une ligne perpendiculaire à la sédimentation.

Voici quelle est la variation de la teneur en huile sur une ligne horizontale partant du point 11 vers le Nord, prélèvements moyens effectués tous les 20^m, à la cote $+22^m$ au-dessus de la base du Toarcien bitumineux :

Teneurs : 5,5; 5,7; 6; 6,2; 4,6; 4,8; 6,3; 6.

Ci-dessous la variation de la teneur en huile au point II dans le sens



vertical, sur prélèvements représentant la moyenne d'une couche de 2^m d'épaisseur :

Cotes	0 — 2.	— 2 — 4.	— 4 — 6.	— 6 — 8.	— 8 — 10.	— 10 — 12.
Teneurs	5,5	5,0	5,3	4,4	4,3	4,4
Cotes	— 12 — 14.	— 14 — 16.	— 16 — 18.	— 18 — 20.	— 20 — 22.	
Teneurs	3,6	4,1	5,5	4,5	7,1	

La teneur moyenne de la couche est 4,9 pour 100 en poids. Le relèvement de la teneur à la base même du Toarcien est assez constant.

Si l'on tient seulement compte des régions où le schiste affleure à la surface du sol et permet une exploitation en carrière, on peut diviser les environs de Saulx-de-Vesoul en trois secteurs dans lesquels le schiste se trouve sous une épaisseur de stérile ne dépassant pas 5^m. Le secteur I, d'une superficie de 1570 hectares et d'une épaisseur moyenne de 4^m, représente 125 millions de tonnes de schistes, soit 6 millions de tonnes d'huile. Le secteur II, d'une superficie de 630 hectares exploitables avec une épaisseur moyenne de 12^m, représente 7,5 millions de tonnes d'huile. Enfin, le secteur III, avec une superficie de 1150 hectares et une épaisseur moyenne de 10^m, représente 11,5 millions de tonnes d'huile. Soit, au total, 25 millions de tonnes d'huile brute.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la cytologie des bacilles de l'intestin des têtards.* Note de Mlle **Berthe Delaporte**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Bernard Collin a décrit deux Bacilles géants (*B. camptospora* et *B. enterothrix*) qu'il a trouvés dans l'intestin des têtards d'*Alyte*. Nous avons retrouvé dans des têtards de *Rana temporaria*, *Bufo vulgaris* et *Alytes obstetricans*, ces très grands Bacilles qui mesurent de 2 à 4 et même 5^{μ} de large sur 30 à 80^{μ} et parfois davantage, accompagnés de plusieurs espèces bactériennes qui, tout en étant de dimensions moindres, possèdent cependant de 1 à 2^{μ} de large sur 5 à 20^{μ} de long. Parmi ces dernières, certaines sont peut-être simplement de jeunes cellules des grands Bacilles de Collin, mais d'autres appartiennent certainement à des espèces différentes, dont l'une est vraisemblablement le *B. Collini* décrit récemment par A.-Ch. Hollande, et dont d'autres n'ont pas été signalées. Une espèce entre autre est constituée par des cellules de 3 à 4^{μ} de large et d'une longueur de 4 à 15^{μ}, associées en longs filaments flexibles et mobiles se déplaçant en décrivant une hélice; les spores, toujours uniques, ont à maturité environ 2 à 3^{μ} de large et 4 à 7^{μ} de long et sont situées en général alternativement à une extrémité et à l'autre de chaque cellule, elles paraissent ainsi être placées deux par deux, mais sont en réalité séparées par une cloison transversale. Elles se forment simultanément dans les cellules d'un même filament.

Ces bacilles, dont les plus grands ont les dimensions du *B. Bütschlii*, constituent un matériel excellent pour l'étude cytologique. La plupart forment,

comme ce Bacille découvert et étudié par Schaudinn, deux spores situées habituellement au voisinage des extrémités. Nous les avons étudiés à l'état frais, par colorations vitales et post-vitales, et sur frottis du contenu intestinal de têtard fixés par divers fixateurs (liquides de Perenyi, de Lennossék, de Bouin, le formol, l'alcool). Dans toutes ces diverses espèces de Bacilles, nous avons trouvé une structure analogue : un filament axial semblable à celui découvert par Schaudinn dans le *B. Bütschlii* au moment de la sporulation, retrouvé ensuite dans une Chlamydo-bactériale par Swellengrebel, dans *B. spirogyra*, par Dobell, puis par Guilliermond dans un Bacille de l'intestin de l'Oursin et tout récemment dans *B. mycoïdes* et *B. megatherium*. Ce filament axial, formé de granules chromatiques serrés les uns contre les autres, se présente dans les cellules qui n'ont pas de spore sous l'aspect d'une ligne plus ou moins sinueuse traversant la bactérie suivant toute sa longueur et s'arrêtant généralement à une faible distance de chacune des extrémités. Il n'est pas colorable vitalement, mais nous avons obtenu sa coloration post-vitale par le bleu de crésyl dans chacune des différentes espèces. On peut alors s'assurer qu'il n'est pas formé de métachromatine. Après fixation, il se colore en noir par l'hématoxyline ferrique et en bleu par l'hématoxyline de Delafield. Il nous a donné, de même que le filament axial du *B. mycoides* décrit par Guilliermond, une réaction nucléale de Feulgen positive très nette. Il nous semble donc logique d'admettre qu'il correspond à une forme figurée de la substance nucléaire des Bactéries; cette image serait constante ou visible seulement à un certain stade du développement de la cellule, selon les diverses formes des Bacilles.

Au moment où la cellule va sporuler, il se produit une condensation d'une partie de la substance chromatique de ce filament axial au point où la spore se formera, puis on aperçoit une auréole claire à la place où se trouvera plus tard la membrane sporale. On distingue alors très nettement à l'intérieur de la spore un filament souvent sinueux, sidérophile, et présentant la réaction nucléale de Feulgen. La spore retient ensuite de plus en plus la laque ferrique, et l'on ne distingue plus rien à son intérieur. C'est vers ce stade que le filament axial de la cellule bactérienne cesse d'être visible; il en reste parfois des granulations chromatiques disséminées dans le protoplasme. Enfin, la spore arrive à maturité et ne se laisse plus pénétrer par les divers colorants, mais la réaction nucléale de Feulgen montre toujours alors, avec la plus grande netteté, en son centre, et même lorsqu'elle se trouve complètement libre, un filament axial sinueux rouge violacé.

A.-Ch. Hollande, qui, seul jusqu'à présent, a étudié la cytologie des

grandes Bactéries des têtards, a trouvé un filament analogue dans quelques rares cellules bactériennes, mais assez fréquemment dans les jeunes spores (de *B. enterothrix* principalement). Il l'interprète comme une substance métachromatique cyanophile condensée présentant, par coloration aux éosinates à la soude, la couleur de la chromatine nucléaire, mais lui refuse une signification nucléaire, de même qu'un rôle de matière de réserve. Il s'appuie, pour fonder son opinion, sur ce que, dit-il, cette substance peut disparaître avant la mort, n'existe pas chez les germes sortant de la spore des espèces cultivables, est répartie inégalement dans les deux cellules filles au cours de la division et ne donne pas une réaction nucléale de Feulgen positive chez les Bactéries.

Or nos recherches nous ont montré que ce filament axial, que nous avons trouvé d'une manière très fréquente dans les Bacilles examinés, présente tous les caractères de coloration de la chromatine, existe aussi bien dans les cellules provenant de la germination des spores que dans les cellules adultes, qu'il se divise en deux parties à peu près égales au cours de la division cellulaire et qu'il donne, et lui seul, dans la cellule, une réaction nucléale de Feulgen parfaitement nette. D'autre part, nous l'avons trouvé par coloration à l'hématoxyline ferrique dans certaines spores jeunes et, en tous cas, il est constamment visible dans les jeunes spores et dans les spores mûres par la réaction de Feulgen.

Nous croyons que ce filament axial qu'on observe dans la plupart des cellules des Bactéries de l'intestin du têtard et qui est constant dans la spore représente une condensation de la chromatine qui est assimilable à une forme réduite du corps central des Cyanophycées et correspond par conséquent à un équivalent du noyau.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Capacité amylogène et masse organique des plastes.* Note de M. **Albert Maige**, présentée par M. Marin Molliard.

Pour évaluer comparativement les masses organiques des plastes amylifères, il existe un procédé cytophysiologique qui consiste à apprécier le volume des masses chlorophylliennes qu'ils produisent dans une réaction chloroplastogène.

Si l'on applique cette méthode aux plastes amylifères des cellules superficielles des jeunes tubercules de Pomme de terre, en choisissant des cellules où il existe de petits et de gros plastes verdissant simultanément,

et en faisant porter l'observation sur un certain nombre de plastes de manière à éviter les écarts individuels, on constate que la masse verte produite par les gros plastes est bien plus volumineuse que celle résultant de la réaction des petits. La même remarque peut être faite dans les cotylédons frais verdissants de Haricot sur les plastes amylifères tardifs et sur les plastes amylifères des écailles verdissantes de bulbes de Lis.

Une observation analogue se présente également sur les plastes amylifères des hypocotyles de Haricot. Si l'on examine leur réaction amylogène à divers instants, pendant la maturation de la graine et dans la graine sèche, en disposant les axes embryonnaires sur du buvard humide, on constate que ces plastes produisent d'abord une réaction en calotte de quelques loges uniquement du côté où l'écorce plastidale est la plus épaisse, puis ultérieurement une réaction avec des loges nombreuses sur tout le pourtour du plaste; dans ce dernier cas les loges amylifères correspondantes sont beaucoup plus abondantes du côté de la calotte, ce ce qui montre que celle-ci possède une masse organique plastidale plus grande, correspondant à une production d'amidon plus forte.

Le rapport de dépendance existant entre la réaction amylogène du plaste et la masse de ce dernier, rapport déjà remarqué d'ailleurs par Guilliermond dans certaines de ses observations, et d'autre part l'usure amylogène du plaste causée par son fonctionnement, présentent une grande importance pour la conception générale de l'amylogénèse. Ces faits s'accordent en effet parfaitement, avec l'hypothèse de la formation de l'amidon par l'action d'un catalyseur produit en quantité limitée par le plaste, à l'aide de certains éléments de sa substance propre, et sans doute comme je l'ai montré antérieurement d'un apport venant du cytoplasme, et sont au contraire défavorables à l'hypothèse de Devaux, suivant laquelle l'amidon résulterait de l'action des molécules orientées des surfaces plasmiques internes des vacuoles amylogènes.

Il ne faudrait pas croire cependant que l'arrêt du développement des grains d'amidon dans la cellule coïncide avec l'épuisement du plaste en éléments susceptibles de former le catalyseur. Cet arrêt peut en effet survenir bien avant, car il dépend principalement de l'activité amylasique de la cellule. J'ai observé en effet que lorsque cette activité amylasique est faible, comme il arrive dans certains cotylédons frais de Haricot mis isolés en germination, on obtient des plastes amylifères secondaires uniloculaires beaucoup plus volumineux, que les plastes pluriloculaires que produit le même cotylédon prélevé à un état de maturité complète et où l'amylase

est plus active. L'arrêt de développement du grain se produit au moment où l'action amylasique du cytoplasme paralyse l'action catalytique condensatrice, qui s'exerce autour des vacuoles amylifères du plaste, et cet arrêt coïncide généralement, dans l'évolution amylifère naturelle des cellules, avec une accentuation de cette action amylasique en rapport avec une évolution physico-chimique du cytoplasme. Le phénomène est très net dans l'évolution des cotylédons de Légumineuses, rejets de Pomme de terre, bulbes de Jacinthe, où il est souvent accompagné de fentes de corrosion, il est aussi très visible, même dans le cas où le grain cessant de croître prolifère latéralement pluriloculairement, comme on peut le voir dans le développement de certains albumens de Maïs sucré où l'arrêt précoce de croissance des grains, qui précède immédiatement leur réaction pluriloculaire pendant la synthèse, est accompagné d'une corrosion amylasique marquée, que j'ai observée aussi dans des cas exceptionnels dans l'évolution des plastes amylifères des embryons secs de Haricot placés sur glucose à 5 pour 100 à 30°.

En fait l'arrêt de croissance du grain d'amidon survient à des états très divers de l'épuisement amylogène du plaste. Dans l'axe hypocotyle du Haricot, les plastes amylifères au moment où cesse son développement dans la graine mûrissante, ont conservé presque intacte leur capacité amylogène, comme le montre leur évolution ultérieure, tandis que cette capacité est devenue si faible dans les gros plastes amylifères des cotylédons frais ou secs, qu'il est impossible de les faire réagir quelle que soit la concentration de la solution sucrée sur laquelle on les cultive. Il en est de même des anciens plastes des tubercules de Ficaire à un moment quelconque de l'hydrolyse. Toutefois il ne faudrait pas conclure que cette capacité a disparu entièrement, car j'ai réussi dans certaines expériences à faire réagir pluriloculairement les gros plastes amylifères de Haricot, en m'adressant à des cotylédons frais et en opérant sur la région voisine de l'insertion sur l'hypocotyle.

En résumé, il résulte de ce qui précède :

1° qu'un plaste possède une action catalytique condensatrice limitée en rapport avec sa masse organique et qui s'épuise avec son fonctionnement amylogène;

2° que cette action condensatrice résulte de la production par le plaste d'un catalyseur spécial;

3° que l'arrêt de croissance du grain qui se produit lorsque l'action

précitée est paralysée par l'action amylasique antagoniste peut survenir à des stades très divers d'épuisement de l'écorce plastidale.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'inulogenèse chez les Composées.* Note de M. **Henri Colin**, présentée par Marin Molliard.

Les *Helianthus* annuels sont dépourvus d'inuline, les vivaces, au contraire, en ont en abondance. La raison de cette différence nous échappe; on ne sait rien des ferments préposés à la genèse de l'inuline et il n'a jamais été question d'un dispositif cytologique quelconque en rapport avec l'inulogenèse.

L'inuline n'est pas confinée aux organes pérennants, rhizomes ou tubercules, des Hélianthes vivaces; elle se forme également dans les tiges, et cela indépendamment de toute relation avec l'appareil souterrain : un greffon de Topinambour, enté sur Soleil, se gorge d'inuline faute de pouvoir évacuer assez vite les sucres qu'il élabore.

C'est en vain qu'on a recours à cet artifice ou à d'autres analogues, à la décortication annulaire, par exemple, pour provoquer la formation d'inuline dans la tige de Soleil. Les injections de sucres n'ont, elles non plus, d'autre résultat que de favoriser l'élaboration des tissus, du ligneux en particulier. Il n'y a, d'ailleurs, aucune incompatibilité entre la lignification et la présence de l'inuline; des Composées arborescentes telles que *Baccharis halimifolia* en sont remplies. L'inuline introduite artificiellement dans une tige de Soleil, par injection ou, mieux encore, par greffage d'un rameau de Topinambour, ne peut s'y maintenir telle quelle et s'hydrolyse assez vite.

Le cas des *Helianthus* n'est pas isolé; de nombreuses analyses, accumulées depuis des années, m'ont convaincu qu'en général les espèces annuelles des petites Composées à racines grêles et fasciculées sont dépourvues d'inuline. Il en est ainsi, notamment, de *Senecio communis*, d'*Artemisia annua*, alors que les plantes vivaces de ces mêmes genres en sont saturées. Les espèces, telles que *Senecio cinerea*, qui n'ont pas de rhizome charnu, mais dont le feuillage persiste durant les hivers peu rigoureux et qui bourgeonnent du collet au printemps, renferment, elles aussi, de l'inuline. Bien entendu, ce n'est pas à la pérennance comme telle qu'est liée la présence de l'inuline mais aux organes d'entrepôt qu'elle comporte; les

Synanthérées annuelles ou bisannuelles à racines succulentes, comme les Chicorées cultivées, ont toutes de l'inuline.

Dans une même plante, il s'en faut que tous les organes soient aptes à l'inulogenèse. On ne trouve pas, en général, d'inuline dans les feuilles, pas même, en fin de saison, dans celles de Topinambour, alors que la tige en regorge. Si les extraits alcooliques des feuilles automnales sont nettement lévogyres, le pouvoir rotatoire du stock glucidique pouvant s'abaisser jusqu'à —30°, la raison en est uniquement dans l'abondance du sucre réducteur où prédomine le fructose. Les pétioles des plantes de nos régions n'ont pas plus d'inuline que les limbes, quoi qu'on fasse pour ralentir la migration des sucres, la condensation ne commence, tout au plus, que dans la tige.

Dans celle de Topinambour, on l'observe de bonne heure, à partir de la base. Dans la tige de Dahlia, elle se fait difficilement, la concentration en sucres étant des plus faibles, mais il est facile de la provoquer par injection de sucres ou par décortication annulaire. J'ai trouvé ainsi, au-dessus du bourrelet, jusqu'à 4 pour 100 de glucides, dont les deux tiers d'inuline, avec 0,4 de sucre réducteur et 0,8 de saccharose, le tout ayant un pouvoir rotatoire de —20°.

Rien de tel ne s'obtient sur les tiges de seconde année. J'ai examiné de près celles des Chicorées cultivées (Magdebourg, Withoof) sans y rencontrer jamais d'inuline. Aux injections de sucres (glucose, fructose, saccharose), très faciles dans des tiges aussi fistuleuses, et tolérées à merveille, la plante réagit d'une façon presque explosive par le développement des rameaux.

Si l'on ajoute que l'inuline ne se voit jamais dans les graines des Composées, pas même à titre transitoire, comme c'est le cas pour divers fructosanes dans les graines de Monocotylédones, il reste qu'elle est localisée surtout dans les organes souterrains, racines charnues, rhizomes, tubercules.

L'accroissement de la teneur en sucres suffit souvent à provoquer la formation d'inuline en un point quelconque de la tige; il n'est pas péremptoire toutefois, et reste inopérant non seulement sur les feuilles, mais, pour certaines espèces, à tous les niveaux de la tige et de la racine.

Ci-joint les résultats de quelques analyses parmi les plus suggestives (R, S, I = sucre réducteur, saccharose, inuline pour 100 de plante fraîche; $[\alpha_1]$, $[\alpha_2]$ = pouvoirs rotatoires du stock glucidique avant et après hydrolyse) :

	$[\alpha_1]$.	R.	S.	I.	$[\alpha_2]$.
Senecio vulgaris, racine	+62	0,10	0,90	0	−12
» » , tige	+46	0,20	2,45	0	−23
» *Doria*, rhizome	−18	0,20	2,20	6,80	−69
» *cinerca*, racine	−12	0,08	0,20	0,72	−50
» » , tige	−14	0,08	0,12	0,60	−77
Artemisia annua, racine	+40	0,60	0,54	0	−18
» *vulgaris*, rhizome	−19	0,20	2,01	7,01	−68
Baccharis halimifolia, bois	−25	0,62	0,82	4,12	−80
Topinambour, feuilles automnales	−30	1,28	0,84	0	−47

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'absorption de l'acide oxalique par l'*Aspergillus repens. Note de MM. **Denis Bach** et **Jean Fournier**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Nous avons montré que [1] l'*Aspergillus niger* peut absorber l'acide oxalique non seulement sous forme de molécule non ionisée, comme l'avait montré Sakamura, mais aussi sous forme d'ions *oxalate acide* (COOH-COO). Il était intéressant d'étendre ces recherches à l'*Aspergillus repens* dont on connaît la grande sensibilité à l'action infertilisante de l'acide oxalique. Celle-ci est telle que, même pour de faibles concentrations d'acide oxalique, la germination des spores est inhibée dès pH 4. On ne pourra donc expérimenter ici qu'avec des mycéliums développés sur un autre milieu, puis mis en contact de l'acide oxalique.

Les mycéliums ont été obtenus sur un milieu à base de décoction de carottes, glucosée et citratée, par culture de 7 jours sur 25^{cm} de liquide, à 27°. Ils pesaient environ 140^{mg}. Le milieu sur lequel on les fait agir est le milieu de Czapeck, où la source d'azote est le nitrate d'ammoniaque N/10 et renfermant 140^{mg} d'acide oxalique pour 25^{cm}.

Première série : Milieux avec 5 *pour* 100 *de glucose, ajustés à* pH 4,01, 5,96 *et* 6,18. *Temps de contact :* 8 *heures et* 24 *heures à* 27°. — Notons d'abord que, par suite du phénomène de convergence du pH qui amène dans tous les cas la réaction vers la valeur moyenne pH 5,5 à pH 5,8, les

---

(1) *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 982.

milieux mis en œuvre restent toujours dans une zone moins acide que pH 3,5 et où l'acide ne peut exister sous forme de molécules non ionisées. L'absorption, si elle existe, ne peut être due qu'à une des formes de dissociation de l'acide. Or, cette absorption est considérable et atteint, dans le cas le plus favorable, 70^{mg} en 24 heures, soit la moitié de l'acide mis en œuvre. Elle est très exactement proportionnelle à la concentration de l'ion oxalate acide qui, maximum à pH 3,5, décroît et s'annule à pH 6,5 (Tableau I).

TABLEAU I.

pH initial.	Après 8 heures. pH.	Acide disparu.	Poids du mycélium.	Après 24 heures. pH.	Acide disparu.	Poids du mycélium.
		mm	mm		mm	mm
4,01	5,02	38	150	5,45	71	170
	5,05	36	153	5,45	70	176
5,96	5,44	17	145	5,45	47	181
	5,42	18	150	5,41	45	190
6,28	5,97	7	142	5,94	23	163
	5,96	6	145	5,92	22	168

Deuxième série : Milieux non glucosés. Mêmes conditions opératoires. — Les milieux couvrent ici une zone considérable de l'échelle des pH de 2,62 à 6,99. Dans les deux premiers (pH 2,62 et pH 3,17) l'absorption est nulle, ce que l'on doit rapporter à la toxicité élevée de l'acide dans ces conditions. De tels milieux ne permettent pas le développement du champignon. L'un de nous l'avait montré, il y a 10 ans. Nous l'avons constaté à nouveau. Par contre, dans les milieux suivants (pH 4,3, pH 5,26, pH 6,25), l'absorption est manifeste et dans les conditions où se sont trouvés ces milieux, elle ne peut être due qu'à l'ion oxalate acide : ici aussi, elle est assez exactement proportionnelle à sa concentration. Enfin l'absorption est nulle dans le dernier milieu (pH 6,99) où l'acide n'existe que sous la forme d'ions *oxalate neutre* (COO-COO) (Tableau II).

TABLEAU II.

pH initial.	Après 8 heures. pH.	Acide disparu.	Poids du mycélium.	Après 24 heures. pH.	Acide disparu.	Poids du mycélium.
		mm	mm		mm	mm
2,62	2,65	0,0	142	2,68	0,5	148
	2,64	0,5	148	2,65	0,0	146
3,17	3,20	0,0	147	3,20	0,0	137
	3,20	0,0	140	3,20	0,0	142
4,34	5,36	16,5	140	6,16	22	143
	5,32	16,5	138	6,15	23,5	142
5,26	6,00	9,0	135	6,28	11,5	138
	5,96	8,5	138	6,28	11,5	140
6,25	6,28	2,0	140	6,38	2,5	136
	6,28	2,0	142	6,35	2,5	142
6,99	7,01	0,0	138	7,03	0,0	140
	7,01	0,0	142	7,02	0,0	136

Conclusions. — L'acide oxalique, malgré sa toxicité élevée pour le champignon, peut néanmoins être absorbé en quantités si considérables que cela implique son utilisation comme aliment plastique ou énergétique. Cette *assimilation* est manifeste quand l'acide se trouve sous forme d'ions oxalate acide. Les résultats négatifs obtenus avec la forme non ionisée n'impliquent pas que celle-ci n'est pas absorbable. Ils indiquent seulement que la concentration des formes toxiques était suffisante pour inhiber le développement. Ces faits sont un exemple de plus que la toxicité et la valeur alimentaire d'une substance ne sont qu'une question de dose et de conditions de milieu.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pomme de terre se reproduisant spontanément et sans culture.* Note de M. **Joseph Bouget**, transmise par M. Julien Costantin.

Il y a une vingtaine d'années, on découvrit à Roquelaure, dans le Gers, et au milieu d'une vigne, des pommes de terre d'un type provenant vraisemblablement d'une variété cultivée dans le pays. On ne les avait pas remarquées d'abord.

Au cours des années suivantes, on constata avec surprise que *ces plantes se reproduisaient spontanément*; cependant *on ne les semait pas et on ne les*

récoltait pas. Elles avaient des fleurs rosées, produisaient des baies et des graines; elles donnaient des tubercules, dont certains pesèrent jusqu'à 415^{g}. Quand on laissait ces tubercules dans le sol, à l'automne, sans les récolter, les plantes néanmoins reparaissaient et devenaient plus nombreuses d'année en année. Aujourd'hui ces pommes de terre occupent un certain espace dans la vigne.

C'est une croyance générale que, lorsque les tubercules ne sont pas arrachés pour la récolte, *ils ne tardent pas à se décomposer dans le sol* et que la plante ne se remontre pas spontanément au printemps de l'année suivante. Cette opinion est souvent contredite par l'expérience dans les Pyrénées et dans la région du Sud-Ouest. *On observe en effet fréquemment des pommes de terre repoussées au printemps*, dans un champ où ces plantes avaient été cultivées et récoltées l'été précédent.

Tel est le cas de la pomme de terre de Roquelaure; mais il y a dans celle-ci une autre particularité importante : c'est *la reproduction spontanée constante de la plante, qui se manifeste chaque année depuis plus de 20 ans*. On peut dire que les plantes nouvelles profitent des deux labours faits pour la vigne : le premier en mars, le second au début de mai; ce dernier soulève les tubercules qui sont en train de naître dans la terre entre les lignes de ceps. Au cours de la nouvelle culture, le cycle de la végétation se complète, car *ces plantes donnent spontanément des graines*, qui trouvent pour la formation de ces organes reproducteurs, dans le terrain argilo-calcaire, la nourriture nécessaire.

On suppose qu'à l'origine de cette pomme de terre un peu étrange, quelques tubercules se trouvaient dans le terreau apporté dans la vigne. Par la suite les tubercules se sont propagés par bouturage spontané et ont conservé indéfiniment cette même propriété, malgré la sécheresse prolongée des étés, les froids parfois rigoureux et les pluies souvent excessives de l'hiver. Il est probable que le sol et le climat agissent pour favoriser cette conservation.

On pourrait être tenté de penser, pour expliquer les faits précédents, que cette variété, à développement un peu anormal, *se reproduit par graine*. Cette hypothèse est peu vraisemblable, car elle *exigerait*, non seulement *la présence des champignons symbiotiques*, dont la nécessité a été établie par M. Costantin et ses collaborateurs [1], mais encore des installations spéciales et les soins assidus d'un personnel compétent.

---

(1) Costantin, Magrou, J. Bouget et Mlle Jaudel, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1195; **199**, 1934, p. 1547.

C'est donc la conservation pendant l'hiver des tubercules laissés dans le sol qui explique la reproduction spontanée des pommes de terre de Roquelaure. Cette conservation s'observe encore mieux dans la montagne, comme je l'ai observé au printemps dernier dans un champ d'expérience du Peyras (1400^m) où j'avais fait en 1934 une plantation en terre vierge de plants provenant de graines. A l'arrachage, effectué au mois de novembre 1934, de très petits tubercules ne furent pas aperçus et restèrent dans le sol pendant tout l'hiver. Au mois de mai 1935, j'ai aperçu dans ce même terrain 10 tiges naissantes de pommes de terre, et je me suis assuré qu'elles provenaient de 10 petits tubercules oubliés. Je les ai recueillis avec soin et transplantés dans un champ de culture voisin, où les 10 pieds se sont bien développés et ont donné à la récolte 101 tubercules d'un poids total de 1^{kg},350.

Dans une expérience de comparaison, faite à Bagnères (560^m) en 1934, sous des conditions identiques à celles du Peyras, je n'ai observé au printemps de 1935 aucune repousse, les petits tubercules oubliés dans le sol avaient péri certainement pendant l'hiver.

Il résulte de là que les terrains en pente de coteaux ou de montagnes à 1400^m paraissent plus favorables que les terrains en plaine à 560^m à la conservation des tubercules.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la valeur fertilisante des différentes formes de l'acide phosphorique.* Note de MM. **Pierre Jolibois**, **H. Burgevin**, **G. Guyon** et **André Boullé**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

On sait que dans les différents sels formés par le phosphore à l'état d'oxydation P^2O^5, l'ionisation, les degrés de condensation ou d'hydratation, la solubilité, prennent des valeurs différentes variables avec les modes d'obtention de ces sels.

Nous avons voulu examiner comment ces sels pris à l'état pur se comportent dans le sol, au point de vue de leur valeur fertilisante, avec le désir de n'employer aucun de ceux des produits commerciaux habituels, dont l'emploi est déjà sanctionné par une longue expérience. Les sels utilisés dans nos expériences ont été préparés au Laboratoire, analysés chimiquement et par rayons X, afin d'être certains qu'il s'agit uniquement d'espèces définies.

Afin de ne pas perturber les résultats obtenus, nous avons choisi comme

cation des sels étudiés, le calcium en raison de son importance dans les phénomènes d'échange de bases dont le sol est le siège.

Les expériences ont été réalisées en vases de végétation avec 10kg de terre, à l'optimum d'humidité.

Les quantités de P^2O^5 introduites ont toujours été les mêmes et correspondent à une fumure de 40kg et de 80kg par hectare. Les sels ont été ajoutés dans les mêmes conditions de pulvérisation, de mélange et de fumure azotée et potassique.

Nous avons fait trois séries d'expériences :

1° essai avec de l'orge de printemps dans une terre calcaire à 9,2 pour 100, pH = 8,1, P^2O^5 = 0,17 pour 1000 soluble dans l'acide citrique à 2 pour 100.

2° essai avec de l'avoine de printemps dans une terre acide pH = 4,9, particulièrement pauvre en P^2O^5 (0,015 pour 1000 soluble dans l'acide citrique à 2 pour 100).

3° essai avec de l'avoine de printemps dans la terre venant de l'essai effectué en 1° l'année précédente, sans addition d'aucun engrais phosphorique.

	Terre calcaire.						Terre acide.
	Première année. — P^2O^5		Deuxième année (sans P^2O^5). — P^2O^5 (1re année)		Total des deux années		— P^2O^5
	40 K/Ha.	80 K/Ha.	40 K/Ha.	80 K/Ha.	40 K/Ha.	80 K/Ha.	40 K/Ha.
Témoins	100	100	100	100	100	100	100
Phosphate monocalcique	198	229	133	165	175	207	322
Métaphosphate de calcium cristallisé à 500°	91	–	–	–	–	–	105
Métaphosphate de calcium fondu et trempé	156	–	133	–	149	–	106
Phosphate bicalcique hydraté	193	228	122	180	168	211	330
Phosphate bicalcique anhydre	148	170	148	213	148	184	314
Pyrophosphate de calcium calciné à 500°	93	–	–	–	–	–	110
Phosphate tricalcique pur précipité et calciné à 1200°	96	100	–	–	–	–	319
Apatite fluorée synthétique	102	–	–	–	–	–	96
Hydroxyapatite précipitée et calcinée à 1200°	94	–	–	–	–	–	–

Les tableaux ci-dessus (moyennes pour chaque essai de 4 répétitions) montrent les résultats que nous avons obtenus en pesant la récolte (grain + paille) et en la ramenant à celle d'un témoin n'ayant pas reçu d'engrais phosphorique (récolte = 100).

Ces résultats appellent les conclusions suivantes :

1° le phosphate monocalcique, en terre calcaire et en terre acide, se classe au rang des meilleurs produits essayés;

2° le métaphosphate de calcium cristallisé est d'action nulle à cause de son insolubilité presque totale;

3° le métaphosphate de calcium fondu légèrement soluble est efficace dès la première année en terre alcaline; son utilisation se produit l'année suivante à cause de la lenteur des transformations qu'il subit dans le sol; en terre acide il est sans action, par suite des transformations qu'il subit et qui le rendent totalement insoluble;

4° le phosphate bicalcique hydraté entièrement soluble dans le citrate d'ammonium est un engrais qui, dans toutes les conditions considérées, a la même valeur que le phosphate monocalcique;

5° le phosphate bicalcique anhydre, en terre calcaire, subit dans le sol une hydratation lente qui en fait un engrais inférieur au précédent en première année et même sur une période de 2 années; en terre acide, il a presque la même valeur que le phosphate monocalcique, car l'acidité du sol catalyse cette hydratation;

6° le pyrophosphate, le phosphate tricalcique pur, l'apatite fluorée, l'hydroxyapatite sont des substances inertes en terrain calcaire; en terrain acide, le phosphate tricalcique pur est très assimilable, alors que l'apatite synthétique n'a aucune efficacité.

Le détail de ces expériences paraîtra dans un autre Recueil.

ZOOLOGIE. — *Sur la présence du genre* Anguilla *en Indochine française.* Note de M. **Pierre Chevey**, présentée par M. Charles Gravier.

Dans ses derniers travaux sur la répartition des Anguilles de la province maritime Indo-Pacifique, le regretté J. Schmidt plaçait parmi les rivages sans Anguilles la totalité des côtes de l'Indochine française. A l'époque de son passage à Nhatrang à bord du *Dana*, en 1929, je n'avais pu lui signaler, au cours de l'enquête qu'il poursuivait, que la référence d'un auteur déjà ancien, Tiraut. Ce dernier a en effet inclus l'*Anguilla Elphinstonei* Sykes (= *bengalensis* Gray) dans la liste des Poissons de la Rivière de Hué. Je précisais, d'ailleurs, que je n'avais, moi-même, jamais réobservé d'Anguille en Indochine et que la détermination de Tiraut me paraissait sujette à caution. Toutefois, j'ajoutais que Krempf, dès 1925, avait attiré l'attention sur la capture de leptocéphales dans les pêches pélagiques faites la nuit, à la lumière électrique, à bord du *de Lanessan* au large du Golfe du Tonkin et jusque sur les côtes du Sud Annam à la hauteur de Nhatrang.

Or, tout récemment, le Service de Pisciculture de l'Institut des recherches agronomiques de Hanoï, m'a envoyé un poisson nommé Cá linh ou Cá thiêt linh en tonkinois pêché dans le fleuve Rouge à Thauh-Tri (province de Hadong) et que j'ai reconnu comme étant l'*Anguilla japonica* Schlegel, espèce des régions tempérées du Pacifique NW.

Cette découverte présente un triple intérêt :

1° en remettant en cause l'exactitude de la détermination de Tiraut elle permet de rattacher à cette question la découverte des larves leptocéphales faite à bord du *de Lanessan* dès 1925.

2° elle étend à tout le Nord de l'Indochine l'aire de répartition d'*Anguilla japonica*

3° elle vient à l'appui des conceptions exposées à plusieurs reprises d'abord par Krempf et ensuite par moi-même, sur la circulation des eaux dans la mer de Chine.

1° En ce qui concerne les observations de Tiraut, il devient possible que celui-ci ait vu des Anguilles à Hué; mais il reste probable que sa détermination spécifique est erronée, l'*A. Elphinstonei* n'existant en effet que sur le versant W de l'Indomalaisie et le genre *Anguilla* faisant totalement défaut à Malacca et dans le golfe de Siam, d'après Schmidt.

2° L'aire de répartition d'*A. japonica* dont la limite méridionale, avant notre observation, était l'île de Haindu, doit désormais englober le delta Tonkinois.

3° Enfin rappelons que Krempf avait établi dès 1928, que les côtes orientales de la péninsule indochinoise étaient le siège de courants froids, d'origine septentrionale, permanents, ne changeant point de sens durant le cours de toute l'année, malgré l'inversion semestrielle des moussons; tandis que sur l'autre bord de la mer de Chine, c'est-à-dire sur les côtes occidentales des Philippines, régnaient des courants côtiers de sens inverse transportant des eaux chaudes d'origine méridionale. J'ai moi-même apporté, à l'appui de cette conception, diverses preuves océanographiques (disposition des isothermes le long des côtes indochinoises) et biologiques (présence de poissons de la faune japonaise en Annam; répartition géographique du Requin, Baleine).

Or Schmidt établit ainsi la répartition des Anguilles autour de la mer de Chine. Dans le Sud-Ouest et le Sud, aucune Anguille. A l'Est (Philippines) cinq espèces : *A. manillensis*, *A. mauritiana*, *A. celebesensis*, *A. pacifica*, *A. Spengeli*. Au Nord et au Nord-Ouest deux espèces à Formose : *A. mauritiana* qui trouve là sa limite Nord et *A. japonica;* une espèce au Japon, en Chine et à Hainan : *A. japonica* qui doit désormais être citée aussi du Tonkin. On conviendra qu'il est frappant de constater à quel point cette répartition cadre avec nos conceptions sur les courants de la mer de Chine, surtout si l'on songe qu'il s'agit d'animaux à larves flottantes. Dans l'Est, où les courants amènent des eaux chaudes jusqu'à une latitude relativement élevée, les Philippines sont peuplées d'Anguilles tropicales dont l'extrême avant-garde remonte jusqu'à Formose avec l'*A. mauritiana*. Dans le Nord-Ouest, au contraire, où les courants amènent des eaux froides jusqu'à une latitude relativement basse, seule *A. japonica*, espèce nordique, est signalée et son aire d'extension doit désormais englober une partie des côtes orientales de l'Indochine française le long desquelles nous avons précisément decelé l'existence de courants froids.

C'est d'ailleurs l'extension vers le Sud de ces mêmes courants qui me fait conclure à l'impossibilité de l'existence à Hué et dans le centre Annam d'*A. Elphinstonei*, espèce tropicale. Tiraut a peut-être observé, en la circonstance, *A. japonica*.

ZOOLOGIE. — *Phénomènes de résorption dans l'endosquelette des Décapodes brachyoures, au cours de la période qui précède la mue.* Note de M. **Pierre Drach**, présentée par M. Charles Pérez.

Nous avons [1] mis en évidence et évalué quantitativement les résorptions subies avant la mue par le squelette tégumentaire externe des Décapodes brachyoures. Si l'on excepte la ligne de déhiscence du bouclier dorsal et l'aire triangulaire de la base des pinces, ces résorptions ne se traduisent par aucun changement morphologique visible, mais seulement par une diminution d'épaisseur de la carapace et un changement dans les proportions relatives de ses constituants minéraux et organiques.

Il en est tout autrement dans l'endosquelette; ici la résorption va jusqu'à la disparition totale de certaines zones et entraîne un changement dans les connexions des différentes parties; ces modifications sont d'une importance primordiale pour la mue qui, sans elles, serait mécaniquement impossible. Nous nous bornerons ici à en indiquer les grandes lignes, après avoir rappelé la disposition générale du squelette interne. Pour fixer les idées, nous envisagerons l'espèce *Maïa squinado*, mais à quelques détails près, les phénomènes sont identiques chez tous les Brachyoures.

Les divers somites thoraciques sont, dans leurs parties latérales, séparés par des lames paires formant des cloisons incomplètes, s'étendant du plastron sternal aux parois pleurales. Chaque lame est formée par la réunion de deux apodèmes soudés par leurs bords internes : un endosternite issu du plancher sternal, et un endopleurite issu des parois pleurales. Les loges latérales ainsi délimitées sont elles-mêmes divisées en deux par une lame transversale résultant de la soudure des bords inférieurs des endopleurites consécutifs. Cette disposition est réalisée d'une manière typique à partir du quatrième somite thoracique. Il y a ainsi, en superposition de

---

(1) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 157.

chaque côté d'un segment, une chambre musculaire sternale et une chambre musculaire pleurale. Une lame issue de la région postérieure du céphalothorax se recourbe en avant au-dessus du huitième somite, formant la selle turcique; elle se raccorde antérieurement aux angles supéro-internes des endosternites et inféro-internes des endopleurites. Ce raccord avec la selle turcique forme de chaque côté une sorte de clef de voûte qui assure une grande régidité à l'endosquelette des cinq derniers somites, sur lequel s'insèrent les muscles des pattes.

La résorption qui précède la mue fait disparaître entièrement les lames transversales qui réunissent entre eux les divers endopleurites ; ainsi est supprimé le double compartimentage de chaque série de loges segmentaires en chambres sternales et chambres pleurales. Dans chaque cloison intersegmentaire est résorbée la région où sont soudés l'endosternite et l'endopleurite ; chaque pièce de l'endosquelette est ainsi isolée des autres, reliée seulement à la partie du squelette externe dont elle représente une invagination. Enfin sont aussi résorbées les zones de soudure entre la selle turcique et les angles internes des endosternites et des endopleurites.

Les parties restantes de l'endosquelette présentent une grande diminution d'épaisseur, surtout marquée sur les bords libres qui sont presque entièrement décalcifiés.

Les muscles de chaque appendice sont insérés par moitié dans les chambres musculaires sternale et pleurale; on conçoit facilement que sans la disparition de la cloison qui sépare ces deux chambres, l'exuviation ne pourrait avoir lieu sans dilacération des appendices. La résorption de la partie moyenne des lames intersegmentaires est non moins indispensable : l'existence de parties squelettiques formant pilier continu entre le plancher sternal et les parois pleurales entraînerait obligatoirement la déchirure des tissus qui les entourent.

Il est singulier que ces phénomènes, d'une grande amplitude chez tous les Décapodes qui ont un endosquelette bien développé, aient échappé à la plupart des naturalistes qui ont étudié la mue. Le seul qui les ait aperçus, à notre connaissance, est Mocquard (1883); il a mis en évidence, dans les exuvies de Homard et de Langouste, la rupture des arceaux squelettiques qui chevauchent le système nerveux; la mue est ainsi possible sans dommage pour ce dernier.

Ces phénomènes de résorption commencent plusieurs jours avant l'exuviation; ils marquent l'individualité physiologique de la période qui précède la mue; la durée de cette phase préparatoire, variable selon les

espèces et pour une même espèce, suivant la taille de l'individu, est très difficile à déterminer avec précision : aucun changement morphologique externe ne vient, en effet, la manifester; seul, le comportement des animaux change : ils présentent alors une grande inertie et ne prennent aucune nourriture. Cette phase se termine avec la déhiscence de la carapace, début de l'exuviation proprement dite.

Des changements dans les constantes physico-chimiques du liquide cavitaire ne sauraient seuls rendre compte de ces phénomènes de résorption; leur localisation très nette exige à la fois l'intervention de différences de texture et de composition chimique dans les diverses parties de l'endosquelette et de différences dans le chimisme local des tissus adjacents; ces dernières sont peut-être en rapport avec une répartition spéciale des glandes tégumentaires.

PHYSIOLOGIE. — *Utilisation des sucres; vitamines* B *et équilibre alimentaire*. Note de Mme **Lucie Randoin** et M. **Fred Milhaud**, présentée par M. Alexandre Desgrez.

En 1933, L. Randoin et H. Simonnet (1) ont insisté sur le fait que la grandeur du besoin en vitamines B augmente avec la quantité des sucres pénétrant dans l'économie; puis, en 1927, L. Randoin et R. Lecoq (2) ont prouvé qu'il importe aussi de tenir compte de la nature chimique du glucide ingéré. Enfin ces mêmes auteurs (3), en 1929, et R. Lecoq (4), en 1933, ont mis en évidence la nécessité de réaliser, en outre, lorsque le sucre alimentaire est du galactose ou du lactose, un certain équilibre entre les constituants de la ration.

Nous avons repris cette question de l'utilisation des sucres en tenant compte de cas fort simples que nous avons comparés, d'une part avec l'inanition, d'autre part avec des régimes complexes diversement équilibrés.

Nous avons soumis des Pigeons adultes de même poids à cinq sortes de régimes :

I. Inanition avec eau distillée.

II. *Sucre pur*, 100 pour 100.

III. *Sucre pur*, 90 pour 100 + substances de lest, 10.

---

(1) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 903; 178, 1924, p. 963; 179, 1924, p. 700 et 1219.

(2) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1347; 185, 1927, p. 1068.

(3) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1188; *C. R. Soc. de Biol.*, 101, 1929, p. 355.

(4) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 565; *Rev. de Pathol. comparée et d'Hyg. générale*, 33, 1933, p. 1526 et 1537.

IV. *Sucre pur*, 66 pour 100 + protides, 16 + lipides, 4 + mélange de sels, 4 + substances de lest, 10.

V. *Sucre pur*, 33 pour 100 + protides, 26 + lipides, 26 + mélange de sels, 5 + substances de lest, 10.

Dans chaque cas, la moitié des sujets a reçu, en supplément, une forte dose de vitamines B : $0^{g},50$ d'extrait de levure. Nous avions, au total, 42 lots de Pigeons.

Cinq sucres purs ont été ainsi étudiés : 3 oses (hexoses) : *glucose*, *lévulose*, *galactose*; 2 diholosides : *saccharose*, *lactose*.

Les régimes sucrés (18^{g} par jour) ont été administrés par gavage. Le poids, la température et les symptômes ont été notés chaque jour.

Résultats obtenus. — Le tableau ci-après groupe toutes les données que nous avons obtenues relativement à la durée de la survie.

	Inanition avec eau distillée	Sucre pur : aliment exclusif		66 pour 100 de sucre	33 pour 100 de sucre
	Température du local : 19°.	sans aliments de lest.	avec aliments de lest.	dans un régime artificiel équilibré (avec protides, lipides, sels, aliments de lest).	
	Nombre de jours de survie.	Nombre de jours de survie.	Nombre de jours de survie.	Nombre de jours de survie.	Nombre de jours de survie.
				Glucose pur.	
Sans vitamines B...	26–30	12–17	13–18	15–20	20–30
Avec vitamines B (1).	26–30	56–65	80–85	plus de 150	plus de 150
				Lévulose pur.	
Sans vitamines B...	26–30	14–19	18–21	22–28	22–35
Avec vitamines B (1).	26–20	35–40	45–60	plus de 150 (2)	plus de 150
				Galactose pur.	
Sans vitamines B...	26–30	4–5	4–5	10–15	40–55
Avec vitamines B (1).	26–30	4–5	4–5	10–15	40–55 (3)
				Saccharose pur.	
Sans vitamines B...	26–30	13–19	16–20	18–25	20–30
Avec vitamines B (1).	26–30	58–68	80–90	plus de 150	plus de 150
				Lactose pur.	
Sans vitamines B...	26–30	18–28	18–28	20–40	40–60
Avec vitamines B (1).	26–30	18–28	18–28	20–40	60–90 (4)

(1) $0^{g},50$ d'extrait de levure de bière par jour.

(2) Seulement avec $0^{g},50$ d'extrait de levure de bière par jour.

(3) 130-150 jours avec $0^{g},10$ d'extrait de levure de bière par jour.

(4) 150 jours avec $0^{g},07$ d'extrait de levure de bière par jour.

Conclusions. — I. La consommation exclusive d'un sucre pur détermine la mort plus rapidement que l'inanition, *quelle que soit la nature du sucre utilisé.* Le galactose est extraordinairement toxique.

II. Relativement à la question de l'utilisation des sucres dans ses rapports avec la constitution du régime alimentaire, on distingue clairement, à l'examen du tableau, deux catégories de sucres :

1° Des sucres (*galactose*, *lactose*) qui ne peuvent pas être utilisés lorsqu'ils sont introduits en trop grande quantité dans l'organisme, *l'addition de vitamines* B *à ces sucres ne produisant jamais la moindre amélioration.* Seul, le fait d' « équilibrer » la ration, par addition des autres principes nutritifs en proportions convenables, produit un effet nettement améliorant, même en l'absence de vitamines B. Sans vitamines B, et au faible taux de 33 pour 100 de sucre, c'est avec le galactose et le lactose qu'on obtient les survies les plus longues (voir le tableau).

L'utilisation de ces sucres dépend essentiellement d'un équilibre spécial, bien déterminé entre tous les constituants de la ration. Une dose de vitamines B supérieure à la dose optima est nettement défavorable.

2° Des sucres (*glucose*, *saccharose* et aussi *lévulose*) qui, introduits en grand excès dans l'organisme, peuvent être utilisés, *à condition d'être accompagnés d'une quantité suffisante de vitamines* B. En présence des substances de lest, l'action de ces vitamines est ici toujours augmentée. Le fait de compléter le régime, de l' « équilibrer », ne produit qu'une très faible amélioration ou une assez faible (*lévulose*) si les vitamines B continuent à manquer.

L'utilisation de ces sucres semble dépendre presque uniquement de la présence des vitamines B *en quantité suffisante dans la ration.* Un excès de vitamines B ne paraît pas nuisible (*glucose*, *saccharose*).

D'accord avec R. Lecoq, nous considérons le lévulose comme un cas intermédiaire entre le glucose et le galactose, beaucoup plus proche cependant du glucose que du galactose (voir le tableau).

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Contribution à l'étude de la propulsion des Poissons*. Note de MM. **Antoine Magnan** et **Claude Magnan**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

Nous avons montré [1] qu'un Poisson projette avec sa nageoire caudale de l'eau de l'avant vers l'arrière. Nous avions pu déterminer aussi la forme et les dimensions de ce déplacement de liquide.

Nous avons cherché à en mesurer la vitesse. Nous nous sommes servis pour cela d'un montage à fil chaud que nous avions déjà utilisé pour l'étude du vol des Insectes [2]. Le dispositif expérimental établi consiste à employer un fil de platine de 1/200e de millimètre de diamètre chauffé par une batterie de 16 volts sous 300 milliampères. Ce fil qui est long de $1^{cm},5$ et est soudé sur deux tiges métalliques, placées à l'extrémité d'une petite canne isolante, est plongé dans l'eau. Les déplacements du liquide déterminent par refroidissement des variations de résistance qui occasionnent elles-même une différence de potentiel variable aux bornes du fil. Cette différence de potentiel est amplifiée par un amplificateur à résistances à quatre étages. Les variations du courant anodique sont reçues dans un oscillographe Dubois.

Nous nous sommes arrêtés à ce dispositif à cause de la faible sensibilité du fil chaud dans l'eau, due en partie à la grande capacité calorifique de l'eau et à sa viscosité.

Nous avons étalonné ce dispositif en plongeant le fil chaud dans une masse liquide en rotation uniforme. Les vitesses mesurées et les déplacements correspondants du spot de l'oscillographe nous ont permis d'obtenir une courbe d'étalonnage qui est très correctement une droite dans les limites de 0 à 30 cm/sec.

Le fil chaud fut alors placé à l'arrière d'un petit poisson, un *Platis* rouge, à moins d'un centimètre de sa nageoire caudale. Les vitesses d'eau mesurées lors de battements de la nageoire caudale ont été trouvées variant de 5 cm/sec,, pour les allures lentes de l'animal, à 24 cm/sec. pour les allures de fuite, alors que, apeuré, il part en flèche sur de courtes distances. Le Platis rouge ayant servi aux expériences pesait $1^g,2$ et mesurait $1^{cm},5$ de long.

---

(1) A. Magnan et Cl. Magnan, *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 937.
(2) A. Magnan et Cl. Magnan, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1369.

Par la méthode de mise en évidence des faibles indices au sein des liquides, nous avons pu déterminer le volume du liquide projeté. Connaissant la vitesse, nous avons ainsi calculé que pour une fréquence de 2 coups de queue à la seconde le débit est de 2,8 gr/sec.

Négligeant en première approximation la résistance à l'avancement du poisson que l'un de nous avait antérieurement mesurée et trouvée faible, nous avons cherché à calculer la vitesse initiale de l'animal en appliquant le théorème de la conservation des quantités de mouvement, calcul déjà employé par nous pour l'étude de la propulsion des Insectes ([1]).

Ceci était facile puisque nous connaissions le débit d'eau vers l'arrière, la vitesse de ce déplacement liquide et la masse de l'animal. Nous avons trouvé pour la vitesse V du poisson en employant la formule

$$V = \frac{mv}{M},$$

dans laquelle M est la masse du poisson, m le débit de l'eau vers l'arrière, v la vitesse de l'eau projetée;

$$V = \frac{2,8 \times 24}{1,2} = 56 \text{ cm/sec.}$$

Ceci représente la vitesse maximum de fuite de l'animal et n'est valable que pour des distances de l'ordre de 20^{cm} comme nous avons pu le constater. Nous avons d'ailleurs chronométré sur cette distance la vitesse réelle du *Platis*, qui a été trouvée égale à 54 cm/sec, c'est-à-dire voisine de celle calculée.

L'allure rapide du poisson correspondait à une chasse d'eau vers l'arrière dont la vitesse était de 14 cm/sec et à une vitesse de l'animal de 18 cm/sec.

Nous avons cherché, toujours en première approximation, à calculer la puissance que l'animal pouvait dépenser dans le cas de cette vitesse de 56 cm/sec maximum.

Le théorème des forces vives nous a permis de trouver une puissance P de $0,8.10^{-5}$ kgm/sec.

Si, suivant une méthode déjà employée pour les Insectes, nous la rapportons au kilogramme d'animal, nous obtenons :

$$P = 0,8.10^{-2} \text{ kgm/sec par kilogramme.}$$

([1]) A. Magnan, Cl. Magnan, A. Sainte-Laguë, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1835.

CULTURE DE TISSUS. — *Essais biochimiques sur la transformation expérimentale* in vitro *des cellules en histiocytes*. Note de M. **J.-André Thomas**, présentée par M. Félix Mesnil.

L'histiocyte est une cellule définie résultant du passage à l'état actif d'une cellule, ou d'une partie (à la suite du mode spécial de division nommé meroamitose transformatrice) d'une cellule à l'état quiescent, dont elle conserve les caractères spécifiques fondamentaux. Ce passage représente un changement d'état du protoplasme, peut-être d'ordre thixotropique, pouvant se traduire par la libération de groupements sulfhydrilés liés à des substances insolubles. Ceux-ci proviendraient d'une dénaturation physiologique des protéines dont les complexes avec les lipides sont apparemment modifiés.

On a tenté, en partant de cette interprétation générale, de préciser et de reproduire d'une façon satisfaisante le mécanisme de la transformation en histiocytes de cellules du Poulet cultivées en dehors de l'organisme. Les conditions de pureté histologique des cultures employées et l'authenticité des histiocytes néoformés ont été établies antérieurement [1].

Des recherches préliminaires ont permis de provoquer le passage à l'état d'histiocyte des fibrocytes issus du cœur. Mais elles ont montré aussi, d'une part, que les fibrocytes constituent un matériel irrégulier pour ces investigations et, d'autre part, que la libération de radicaux — SH protéidiques par le protoplasme n'est qu'un aspect concomitant du phénomène. On pouvait invoquer aussi bien des réactions touchant les lipides.

Les cultures épithéliales pures d'entoblaste vitellin en flacon *Carrel*, donnent près de 3 pour 100 de transformations spontanées en histiocytes. Elles représentent un matériel très favorable à cause de la présence du vitellus dans les cellules et de la netteté des transformations provoquées sans autre variation, en l'absence de tout produit pouvant contenir des cellules, par certaines substances chimiques pures ($0^{cm^3},5$) à une dilution optima. Il a été nécessaire de traiter 642 cultures pures en flacon *Carrel*, chaque expérience durant 14 jours.

---

(1) *Arch. f. experim. Zellforsch.*, **15**, 1934, p. 131-148; *Comptes rendus Soc. Biol.*, **117**, 1934, p. 758-760; *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 886-888; **200**, 1935, p. 1140-1141 et 1360-1362; **201**, 1935, p. 988-990; *Comptes rendus Assoc. Anatom.*, 1935, 30e réunion (sous presse).

On a été conduit, après avoir éliminé plusieurs actions possibles, à étudier les produits de l'hydrolyse des lécithines. Le chlorure de choline et le bromure de neurine, à la concentration de M/500 et M/800, ont une activité comparable. Ils provoquent respectivement la transformation en histiocytes dans 53 et 50 pour 100 des cultures. A des dilutions plus fortes, les esters de la choline sont moins actifs que celle-ci (chlorure de carbaminoyl-choline, 30 pour 100 à M/1500 et M/2000; d'acéthylcholine, 25 pour 100 de M/830 à M/1660). Enfin, des dérivés de la choline comme les chlorhydrates de bétaïne (M/500 et M/800) et de triméthylamine (M/800), ne donnent que 18 pour 100 de résultats.

Or le groupement chimique ammonium quaternaire est commun à cette série. Des corps n'agissant que par ce groupement doivent être actifs. Ils le sont en effet : chlorure de tétraméthylammonium (M/500 et M/800), 44 pour 100; de triméthyléthylammonium (M/800 et M/1000), 59 pour 100. L'activité des ammoniums quaternaires utilisés semble dépendre de la structure de leur chaîne latérale, au moins dans les cas où les concentrations peuvent être comparées.

Tableau de l'activité de corps à groupement ammonium quaternaire indiqué à gauche sur la transformation en histiocytes des cultures épithéliales pures d'entoblaste vitellin en flacon Carrel (*la neurine a été employée à l'état de bromure*).

Groupement ammonium.	Corps purs employés.	Nombre de cultures traitées.	Nombre de cultures transformées en histiocytes.	Pour 100 des transformations
CH^3 — CH^3–N– (Cl, CH^3)	$-CH^2-CH^2OH$ (— choline)	26	14	53
	$-CH^2-CH^2-O-C(NH^2)=O$ (— carbaminoyl-choline)	23	7	30
	$-CH^2-CH^2-CO^2CH^3$ (— acétyl-choline)	28	7	25
	$-CH^2-CO^2H$ (— bétaïne)	11	2	18
	$-H$ (— triméthyl-amine)	16	3	18
	$-CH=CH^2$ (— neurine)	16	8	50
	$-CH^2-CH^3$ (— triméthyléthyl-ammonium)	22	13	59
	$-CH^3$ (— tétraméthyl-ammonium)	34	15	44

L'hydrolyse des lécithines, chez une cellule qui peut du reste digérer son vitellus, aboutit probablement à la libération dans le cytoplasme d'ammonium quaternaires. Ceux-ci, en raison des autres substances existant à ce moment dans les cultures, contribuent à déclancher, chez certaines cellules vitellines, le changement d'état du protoplasme (sorte de rajeunissement cellulaire) qui aboutit à la transformation en histiocytes. L'action

de la soude (32 pour 100), de la potasse (12 pour 100) (employées à M/100 dans certaines conditions), peut-être de l'oléate de sodium (20 pour 100 à M/400 et M/500), de la lysocithine ajoutée (33 pour 100 à la dose de 25 et 50$^\gamma$) ou formée dans les cultures ou dans les extraits de vitellus par le venin de Cobra et secondairement hydrolysée, enfin l'action des liquides provenant des cultures traitées et non transformées (soude et potasse, 53 pour 100) peuvent s'expliquer ainsi. Cette aptitude à la transformation en histiocytes n'est surtout dévolue à la cellule vitelline que lorsqu'elle est, au cours de son évolution *in vitro*, à l'état épithélial.

Si l'action des ammoniums quaternaires se vérifiait sur des cellules dans l'organisme, il serait probable que la libération de telles substances dans le milieu intérieur par les glandes surrénales, les terminaisons des nerfs ou même localement, à la suite d'une hydrolyse éventuelle des lécithines, pourrait, dans certaines conditions, avoir une action cytogénétique (transformation, évolution et multiplication de cellules). Certaines réactions cellulaires dépendraient peut-être alors en partie de mécanismes neurochimiques.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Dosage spectrographique du phénol* (C^6H^5OH) *ajouté à l'urine*. Note de M. G. **Barac**, présentée par M. Jean Perrin.

La méthode spectrographique ultraviolette nous avait permis de doser avec précision le phénol ordinaire en solution aqueuse pure, dans le plasma, l'ultrafiltrat de plasma, le sang total et les tissus.

Nous ajoutons aujourd'hui l'urine, celle de l'Homme et du Chien.

20$^{cm^3}$ d'urine sont additionnés d'un petit volume, variant de 0,5 à 2$^{cm^3}$, d'une solution aqueuse de phénol, dont le titre exact a été déterminé iodométriquement.

On ajoute ensuite 5$^{cm^3}$ d'une solution aqueuse saturée d'acétate de plomb neutre et 3$^{cm^3}$ de soude décinormale. Après filtration, on ajoute à une partie aliquote de filtrat un volume égal d'une solution aqueuse saturée de phosphate bisodique. Après nouvelle filtration, on acidifie le filtrat par de l'acide chlorhydrique concentré. Un volume déterminé de ce filtrat est ensuite extrait trois fois à l'éther. Celui-ci est décanté, complété à 50$^{cm^3}$, puis séché sur filtre et spectrographié au grand spectrographe en quartz de Jobin et Yvon (propriété du Fonds national de la Recherche scientifique belge) selon la méthode de V. Henri. Voici quelques résultats :

Phénol ajouté en milligramme pour 1000......	1,70	1,10	0,85	0,44
Phénol retrouvé en milligramme pour 1000....	1,60	1,10	0,80	0,45

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les radiations émises par la cholestérine irradiée par le soleil et les rayons ultraviolets.* Note [1] de MM. **Angel H. Roffo** et **A. E. Roffo** jr, présentée par M. Louis Lapicque.

Nous avons antérieurement étudié le phénomène de la photo-activité que la cholestérine développe, quand on l'irradie avec des rayons ultraviolets du soleil, ou de la lampe de quartz à vapeurs de mercure. Nous avons pu observer le dégagement d'une émanation qui influençait à distance une plaque photographique. Cependant il fallait élucider si, outre cette émanation, la cholestérine ainsi irradiée émettait aussi une radiation. Il s'agit d'un phénomène auquel nous attribuons une grande importance, du moment que ce fait signale qu'une substance chimique, organique, *peut absorber des radiations et en émettre d'autres*, d'une longueur d'onde proche, comme nous le verrons ci-après.

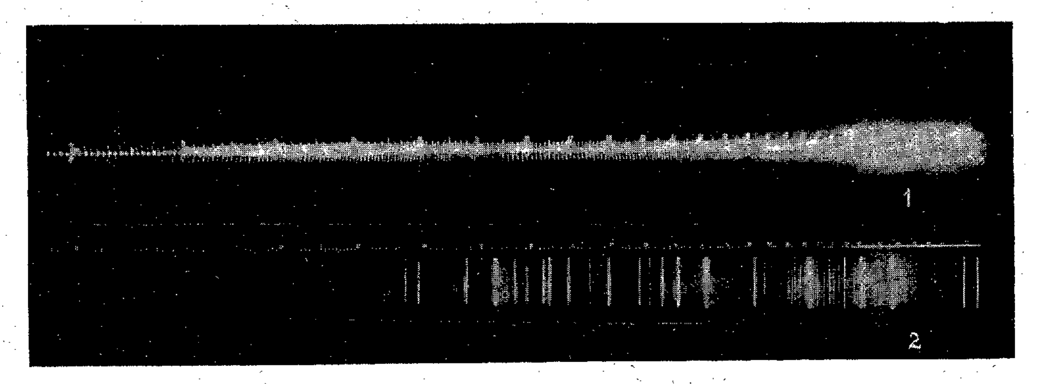
En partant du concept théorique que cette radiation devrait être ultraviolette, nous avons renfermé hermétiquement la cholestérine irradiée dans des récipients, perméables aux radiations lumineuses et ultraviolettes, placés sur une plaque photographique. A cet effet nous avons pris des tubes en verre et en quartz, en y mettant la cholestérine irradiée par le soleil pendant 4 jours, et par les rayons ultraviolets émis par une lampe de quartz à vapeurs de mercure, pendant 72 heures. On met le tout dans l'étuve à 38°. Les contrôles de cette expérience ont été faits avec de la cholestérine non irradiée, introduite dans des tubes en verre et en quartz. Après 72 heures, on observe que la plaque a été influencée par le tube en quartz, contenant la cholestérine irradiée et non par celle contenue dans le tube en verre.

Nous avons employé aussi une substance qui, comme le cellophane, est perméable aux rayons ultraviolets, d'après les spectrogrammes que nous avons obtenus avec diverses épaisseurs de cette substance. Nous avons mis la cholestérine irradiée par le soleil et les rayons ultraviolets dans des récipients en cellophane, et dans un autre récipient, à titre de contrôle, la cholestérine non irradiée et placée tout contre la plaque à 38° de température. La plaque photographique est influencée par les récipients contenant

(1) Séance du 28 octobre 1935.

la cholestérine irradiée et non pas par celui contenant la cholestérine sans irradiation.

Pour déterminer la longueur d'onde nous avons employé le spectrographe



Spectrographie de la cholestérine irradiée (1), et de la source de radiations (2).

avec optique de quartz, en plaçant la cholestérine, bien pressée, devant la fissure du collimateur. Après une exposition de 72 heures, la plaque photographique du spectrographe enregistre l'existence de deux rayons de longueurs d'onde 3533 et 3572 Å. L'intensité de ces rayons augmente avec le temps d'exposition.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une 2′:6′-dioxy-4′-méthoxy-β-phénylpropiophénone, retirée de l'essence de* Populus balsamifera *L.* Note (¹) de MM. **Albert Goris** et **Henri Canal**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons isolé de l'essence de bourgeons de Peuplier baumier un corps nouveau $C^{16}H^{16}O^{4}$, pour lequel nous proposons une formule de constitution.

L'essence concrète, odorante vert sombre, obtenue par épuisement à l'éther des bourgeons frais de *Populus balsamifera* L. renferme des acides libres, des acides phénols, des esters cinnamyl et phényléthylcinnamiques, dont l'étude sera publiée ultérieurement.

Après élimination de ces corps, l'essence encore odorante forme un liquide visqueux, jaune brun, partiellement soluble dans le benzène froid.

(¹) Séance du 9 décembre 1935.

La partie peu soluble dans ce solvant, et qui forme seule l'objet de cette Note, constitue après recristallisation dans l'alcool à 30° de fines aiguilles anhydres jaune pâle f. = 168°, solubles dans l'éther, l'alcool, l'alcool méthylique, l'acétone, le chloroforme, peu solubles dans l'eau, donnant une solution jaune dans l'acide sulfurique concentré, ou la soude diluée. En solution méthylique, elle donne avec le perchlorure de fer dilué une coloration rouge violacée qui disparaît par addition de carbonate neutre de sodium.

L'analyse de ce corps $C^{16}H^{16}O^4$ basée sur l'analyse élémentaire, sur la détermination du poids moléculaire dans le camphre et sur le dosage des hydrogènes actifs (1) montre la présence d'un groupement OCH^3, de deux fonctions phénoliques libres, et l'absence de fonctions acide, alcool, aldéhyde ou cétone, décelables par les réactifs classiques.

Très résistant à la saponification alcaline, il est scindé par une ébullition de 3 heures avec de l'acide chlorhydrique concentré, en une molécule d'acide hydrocinnamique (F. = 49°) et une molécule de monométhoxyphloroglucinol (F. = 78°). La déméthylation par l'acide iodhydrique bouillant provoque la formation équimoléculaire d'iodure de méthyle, d'acide hydrocinnamique et de phloroglucinol.

Par sa composition, il se rapproche des flavones que Piccard (2) retira des bourgeons de divers Peupliers : le *chrysol* ou 5,7 dioxyflavone $C^{15}H^{10}O^4$ (F. = 275°) et surtout de son éther méthylique le *tectochrysol* $C^{16}H^{12}O^4$ (F. = 163°) ou 5-oxy-7-méthoxyflavone.

La résistance à la saponification du composé retiré du baumier et du tectochrysol pouvait faire croire à l'identité des deux corps mais des différences sensibles entre leur point de fusion les séparent.

Les différences les plus nettes sont mises en évidence :

1° Par le dosage des groupements oxydriles.

Zerewitinoff (3) a démontré la présence dans le chrysol naturel de deux oxydriles libres : un seul subsiste dans son dérivé méthoxylé le tectochrysol; or notre composé renferme deux oxydriles libres.

2° Par l'action de l'acide iodhydrique bouillant.

Le chrysol synthétique a été obtenu par Kostanecki et Tambor (4) par action de l'acide iodhydrique bouillant (ébullition durant plusieurs

(1) Les résultats analytiques détaillés seront publiés dans un autre Recueil.

(2) Piccard, *Ber. chem. Gesell.*, 6, 1873, p. 884-1160; 7, 1874, p. 1485; 10, 1877, p. 176.

(3) Zerewitinoff, *Ber. chem. Gesell.*, 41, 1908, p. 2233.

(4) Kostanecki et J. Tambor, *Ber. chem. Gesell.*, 32, 1899, p. 2448.

heures) sur la triméthoxy 3-5-7 benzoylacétophénone. La dicétone obtenue, donne, par fermeture de la chaîne avec perte de 3^{mol} d'iodure de méthyle, la 5-7 dioxyflavone ou chrysol, qui par méthylation ménagée par l'iodure de méthyle et la potasse alcoolique conduit au tectochrysol $C^{16}H^{12}O^4$.

Le corps extrait par nous du *Populus Balsamifera* L. se scinde sous l'action de ce réactif, pendant la durée d'un dosage, selon Zeisel, en acide β-phénylpropionique et phloroglucinol. Ce ne peut être un ester β-phénylpropionique du métoxyphloroglucinol. La formule $C^6H^5CH^2CH^2COOC^6H^5$ expliquerait facilement la décomposition par l'acide iodhydrique mais non pas la grande résistance à la saponification par les alcalis.

Il ne peut davantage être rapproché du tectochrysol qui n'est pas saponifiable, mais qui résiste à l'action de l'acide iodhydrique bouillant ainsi que l'ont démontré les travaux de Kostanecki.

Nous avons été conduits à adopter la formule dihydrochalconique suivante pour ce nouveau principe immédiat :

```
              CH                        CH   CH
CH3O—C 4'  5'  6' C—OH    CH2 ——— C         CH
HC  3'   2'  1' C          CH2          CH   CH
          C—OH      CO
```

Ce corps n'ayant pas été signalé dans la littérature chimique, nous nous proposons de confirmer sa formule et de le reproduire synthétiquement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Présence de combinaisons de l'hydroxylamine dans les feuilles fraîches des végétaux supérieurs.* Note de MM. **Maurice Lemoigne**, **Pierre Monguillon** et **Robert Desveaux**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons signalé la formation de l'hydroxylamine dans les pulpes de feuilles vertes autolysées en présence de fluorure de sodium [1].

Ce phénomène pourrait être simplement une réduction *post mortem*, des nitrates en nitrites et des nitrites en hydroxylamine. En fait, des quantités importantes de nitrites sont formées. Si ce processus était exclusif, son intérêt serait limité, car son rôle biologique normal resterait hypothétique.

Mais l'hydroxylamine pourrait aussi préexister dans les feuilles fraîches à l'état de combinaisons, que l'autolyse décomposerait en libérant l'hydroxylamine. Dans ce cas, il faudrait envisager le rôle possible de ces

(1) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1067.

combinaisons dans le métabolisme normal de l'azote chez les végétaux supérieurs.

Nous avons étudié ce problème, et ce sont les premiers résultats obtenus qui font l'objet de cette Note.

Dans une série d'essais, nous avons recherché l'hydroxylamine dans des jus de feuilles fraîches, avec ou sans hydrolyse chlorhydrique. Les détails de la technique seront exposés dans un Mémoire ultérieur. Nous avons examiné un grand nombre d'échantillons de feuilles de betterave à sucre, d'épinard, de carotte, de poireau, de tétragone et surtout de paturin.

Avant l'hydrolyse chlorhydrique nous n'avons trouvé l'hydroxylamine qu'exceptionnellement.

Au contraire, après l'hydrolyse chlorhydrique, nous avons pu presque toujours la caractériser.

Mais, d'autre part, nous avons constaté, alors que notre technique était bien au point, que dans certains cas, des feuilles fraîches qui, par hydrolyse chlorhydrique, ne donnent pas d'hydroxylamine, en donnent après autolyse.

Donc les deux hypothèses envisagées ci-dessus ne sont pas incompatibles. Parfois l'hydroxylamine se forme exclusivement par réduction des nitrites au cours de l'autolyse, mais le plus souvent, elle se forme également par hydrolyse de ses combinaisons préexistantes dans les feuilles fraîches.

Dans une autre série d'essais, nous avons effectué, à la pression ordinaire, la distillation du jus de feuilles fraîches. Les distillats après destruction éventuelle des nitrites par l'urée et l'acide chlorhydrique à froid, ont été hydrolysés et nous y avons recherché l'hydroxylamine.

Dans ces liquides parfaitement limpides, la réaction de Blom que nous employons est d'une grande netteté et nous avons même pu effectuer des dosages. Nous citerons, comme exemple des résultats obtenus, les chiffres suivants relatifs à la distillation de 2^l du jus de paturin (*Poa pratensis*) :

Numéro des fractions.	Volume des fractions.	Hydroxylamine en milligrammes par litre de liquide.	fraction.
	cm³		
1	100	2	0,2
2	100	1,5	0,15
3	100	1	0,1
4	250	0,1	0,2
5	500	traces	0

soit au total $0^{mg},47$ pour 2^l de jus.

Dans ce cas, le résidu ne contenait plus d'hydroxylamine. Dans d'autres essais avec la même espèce, nous avons trouvé des combinaisons fixes à côté de combinaisons volatiles. Enfin, tous les jus analysés frais ont été autolysés et ont alors donné des quantités supérieures d'hydroxylamine, de l'ordre de 1 à 2^{mg} par litre.

Des distillations dans le vide nous ont donné des résultats analogues. Tous ces faits concordent pour prouver que si une grande partie de l'hydroxylamine formée par autolyse des pulpes des feuilles vertes provient de la réduction *post mortem* des nitrates, une partie non négligeable dérive de la décomposition de combinaisons fixes ou volatiles de l'hydroxylamine qui préexistent dans les feuilles fraîches. Ces combinaisons sont très vraisemblablement des oximes.

Conclusion. — L'existence dans les feuilles vertes de combinaisons diverses de l'hydroxylamine, permet de penser que ce produit joue un rôle dans le métabolisme de l'azote chez les végétaux supérieurs.

SÉROLOGIE. — *Contribution à l'étude de la propriété dispersante du sérum sanguin en relation avec son pouvoir alexique.* Note de M. **Maurice Doladilhe**, présentée par M. Félix Mesnil.

Nous avons montré ([1]) que les sérums sanguins peuvent exercer une action dispersante sur les granules de certains hydrosols colloïdaux (gommes, résines, extrait d'organes) et que cette propriété n'est pas détruite par le chauffage. Nous avons montré aussi que le pouvoir alexique d'un sérum frais est conditionné, partiellement tout au moins, par ce pouvoir disperseur, et présente, vis-à-vis de lui, le phénomène de zone.

On sait d'autre part que certaines substances (venin de cobra, kaolin, inuline, acides, bases) peuvent exercer une influence dépressive et même destructrice sur le pouvoir alexique d'un sérum sanguin. On sait aussi que l'addition, aux mélanges ainsi constitués, de sérum chauffé suffit pour provoquer l'augmentation ou la réapparition du pouvoir alexique. On interprète ces résultats en supposant que ces substances exercent leur action dépressive uniquement sur un principe alexique qu'on nomme le troisième chaînon, qui serait thermostable, et qui, de ce fait, se maintiendrait intact dans le sérum chauffé.

([1]) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1189.

Dans le but d'étudier cette fixation particulière de l'alexine, nous avons procédé, avec les sérums les plus divers (homme, cobaye, porc, taureau), à des expériences dont voici les résultats essentiels

Une quelconque des substances précitées est additionnée, en concentrations croissantes *c*, à des volumes égaux d'un sérum frais dont on a titré au préalable le pouvoir alexique.

La mesure du pouvoir alexique des mélanges ainsi constitués montre, dans chaque cas, que ce dernier diminue de plus en plus à mesure que croît la concentration *c* de la substance ajoutée au sérum, puis s'annule à partir du moment où cette concentration atteint, en croissant, une valeur C différente, naturellement, pour chaque substance inactivante.

On procède d'autre part, pour chacun des mélanges, à la mesure de son pouvoir disperseur vis-à-vis d'un hydrosol colloïdal. Cette mesure est effectuée en évaluant, par exemple, toutes autres choses égales, la diminution d'opacité présentée, en une heure, à 37°, par les mélanges sérum-colloïde. Or, dans chaque cas, on constate que ce pouvoir disperseur diminue de plus en plus à mesure que croît la concentration *c* de la substance introduite et s'annule très sensiblement à partir du moment où cette concentration atteint, en croissant, la valeur C pour laquelle, justement, la propriété alexique est réduite à zéro.

L'addition de sérum chauffé à ces mélanges, moins actifs ou inactivés, et, corrélativement, moins disperseurs ou dépourvus d'action dispersante, provoque l'augmentation ou la réapparition de leur pouvoir disperseur en même temps qu'elle provoque l'augmentation ou la réapparition de leur pouvoir alexique.

Dans le cas particulier où la fixation de l'alexine est effectuée par une base (ammoniaque, soude, potasse), la décroissance du pouvoir alexique est accompagnée, non pas d'une diminution du pouvoir disperseur, mais au contraire d'une *augmentation*.

Or l'addition de sérum chauffé qui réactive le mélange provoque dans ce cas la *diminution* du pouvoir disperseur et cette influence dépressive est d'autant plus nette qu'est plus élevée l'intensité de la réactivation.

L'influence dépressive exercée sur le pouvoir alexique d'un sérum sanguin, par l'une quelconque de ces substances, se traduit donc par une diminution ou bien par une augmentation de son pouvoir disperseur, tandis que l'action réactivante du sérum chauffé se traduit au contraire par une augmentation ou bien par une diminution de ce pouvoir disperseur,

En sorte que l'intensité avec laquelle s'exerce la propriété thermostable de l'alexine est étroitement liée au pouvoir disperseur du sérum et présente, vis-à-vis de ce dernier, le phénomène de zone.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Essais d'immunisation avec le* virus murin I *de Tunis, introduit par la voie nasale.* Note de Mme **Hélène Sparrow**, présentée par M. Félix Mesnil.

La porte d'entrée du virus typhique dans l'organisme des animaux d'expériences a une influence certaine sur le caractère de la maladie.

Il résulte de nos expériences antérieures (¹) que le virus historique, déposé sur la muqueuse nasale, détermine, d'une façon constante l'infection du cobaye, tandis que la voie conjonctivale ne donne que des résultats inconstants.

Avec Ch. Nicolle (²) nous avons présenté les résultats de *l'instillation* dans les yeux du virus murin I de Tunis. Nous présentons ici quelques essais d'immunisation par voie nasale avec le même virus murin I dont nous rappellerons, tout d'abord, ces particularités : l'injection sous-cutanée ou intrapéritonéale du virus murin I est régulièrement virulente pour les rats, peu virulente pour les cobayes et ne provoque, chez le singe, qu'une infection inapparente.

Expériences. — Nous avons procédé, dans nos expériences, à l'instillation d'une suspension du cerveau d'un rat de passage du virus murin I : deux ou trois gouttes dans chaque narine; opération répétée 3 à 4 fois à une demi-heure d'intervalle.

Singes inoculés par voie nasale :

Mac. cynomolgus. — L'instillation n'a été suivie d'aucune réaction fébrile. Le Weil-Felix est resté négatif. Éprouvé deux mois après, par voie sous-cutanée, avec le virus historique, ce singe s'est montré réfractaire. Weil-Felix négatif.

Papion. — L'instillation n'a été suivie d'aucune réaction fébrile. Le Weil-Felix positif à 40, au commencement de l'expérience, est monté à 160 le 17e jour et à 640 le 21e.

(¹) H. Sparrow et Ugo Lumbroso, *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, 18, 1929, p. 1.

(²) *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, 24, 1935, p. 461 et *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 876 et 1702.

Éprouvé un mois plus tard, par voie sous-cutanée, avec le virus historique, il se montre réfractaire. Son Weil-Felix baisse.

Cobayes et rats inoculés par voie nasale :

Deux cobayes, traités de même façon, n'ont présenté aucune réaction fébrile. Éprouvés un mois plus tard, par voie péritonéale, avec le virus historique, ils se sont montrés réfractaires.

Sur *quatre rats blancs*, traités de même manière, trois n'ont présenté aucune réaction fébrile. Un seul rat a fait un typhus net avec fièvre et Weil-Felix positif à 320.

Éprouvés un mois plus tard, par injection intrapéritonéale du virus murin, ces quatre rats se sont montrés réfractaires.

Résumé. — *L'instillation répétée du virus murin I, par voie nasale*, à deux singes, deux cobayes et quatre rats n'a été suivie d'aucune réaction fébrile, sauf chez un rat qui a fait un typhus net. Tous ces animaux se sont montrés *vaccinés* vis-à-vis de l'épreuve sévère qu'ils ont subie par voie sous-cutanée ou péritonéale avec le virus historique (singes et cobayes) ou le virus murin (rats).

Expérience sur l'homme. — *Première instillation.* — Une goutte de la suspension a été instillée dans chaque narine. Pas de fièvre; le Weil-Felix oscille entre 80 et 160.

Deuxième instillation. — Dix-huit jours après la première, 3 gouttes de la même suspension ont été instillées dans chaque narine.

Fièvre. — Après 10 jours d'incubation, le sujet fait une fièvre de 12 jours. La température, oscillant entre 38-39°, atteint 39°,6 les 8e et 9e jours au soir et se termine par une baisse en lysis le 11-12e jour.

Exanthème. — Le 7e jour de la fièvre apparaît un très léger exanthème, quelques rares taches sur la poitrine, le ventre et la paume des mains.

Weil-Felix; convalescence. — Le Weil-Felix, à 80 le 2e jour de la fièvre, s'élève à 1200 le 7e jour et atteint 25000 le lendemain de la défervescence. Ce jour-là, le malade a pu se lever. Le 4e jour, il reprenait ses occupations.

Remarque importante. — Le 9e jour après la deuxième instillation, le sujet a subi accidentellement un très fort refroidissement qui a déclanché une forte angine. Les symptômes de l'angine prédominaient de telle façon que le typhus ne put être affirmé que le 7e jour, par le Weil-Felix et à l'apparition de l'exanthème.

Recherche du virus dans le sang. — Le sang du malade ne s'est pas montré virulent pour les animaux (rats et cobayes), ni au début de la maladie ni à l'apparition de l'exanthème. Les poux, nourris sur le malade les 8e, 9e et 10e jours de la maladie, ne se sont pas infectés.

Conclusions. — Comme nous l'avaient fait prévoir nos expériences antérieures avec le virus historique, *le virus murin* I *de Tunis, répandu sur les muqueuses nasales, pénètre dans l'organisme et s'y développe.*

Mais, alors que le virus historique donne toujours une maladie nette au

cobaye, *les instillations de virus murin I ne rendent visiblement malades que par exception les animaux des espèces sensibles.*

En général, ce virus inoculé par voie nasale ne leur donne qu'une *maladie inapparente* qui immunise contre une épreuve sévère avec le virus historique (cobaye) ou murin (rat).

L'unique essai, pratiqué sur l'homme dans des conditions défavorables, ne permet pas de condamner la méthode. Il prouve, une fois de plus, combien *l'homme est plus sensible que tous les animaux aux quantités minimes de virus typhique vivant, quelle que soit son origine.*

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Identité de l'anaplasmose bovine française et algérienne.* Note de MM. **Jean Cuillé**, **Paul-Louis Chelle** et **Francis Berlureau**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Nous avons signalé [1] l'existence, dans la région toulousaine, d'un foyer d'anaplasmose bovine.

Il nous a paru intéressant de rechercher si ce protozoaire, dont les caractères morphologiques et l'action pathogène sont identiques à ceux d'*Anaplasma marginale*, rencontré dans divers pays et notamment en Afrique du Nord, confère aux animaux guéris un état de prémunition vis-à-vis de ce dernier parasite.

Dans ce but, deux bovins guéris depuis peu de l'anaplasmose française sont inoculés dans la veine, l'un avec 60^{cm^3}, l'autre avec 90^{cm^3} de sang défibriné, provenant d'un bovin algérien atteint d'anaplasmose.

Dans les mois qui ont suivi l'inoculation, la température est restée à peu près constante et toujours inférieure à 39°,5. Les parasites, déjà très rares avant l'inoculation, n'ont pas sensiblement augmenté. Les taux des globules rouges enfin est resté sensiblement le même, variant entre 6 et 7 millions par millimètre cube.

Les bovins guéris de l'anaplasmose française ont donc été prémunis vis-à-vis du virus algérien. Les deux parasites sont identiques : il s'agit bien, dans les deux cas, d'*Anaplasma marginale*.

La séance est levée à $16^h 5^m$.

A. Lx.

---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1994.

ERRATA.

—

(Séance du 2 décembre 1935.)

Note de M. *Henri Douvillé*, Notice sur Henry Fairfield Osborn :

Page 1074, ligne 6, *au lieu de* Morsh, *lire* Marsh.

Page 1075, ligne 1, *au lieu de* l'acquisition du caractère, *lire* l'acquisition des caractères; ligne 4, *au lieu de* objet des recherches, *lire* objet de ses recherches.

Page 1076, ligne 11, *au lieu de* habitants, *lire* habitudes.

(Séance du 9 décembre 1935.)

Note de M. *Henri Triché*, Contribution à l'étude de la structure des alliages au moyen de la spectrographie :

Page 1180, lignes 4, 13, 28, et page 1181, ligne 7, *au lieu de* HF, *lire* haute fréquence.

Note de M. *Émile Michel-Durand*, Sur le métabolisme du phosphore dans les feuilles de quelques plantes à feuillage persistant au cours du jaunissement :

Page 1216, ligne 5 en remontant, *après* 0,002 pour 100, *ajouter* dans les feuilles d'Aucuba.

Page 1217, ligne 9, *au lieu de* depuis l'évacuation, *lire* dans l'évacuation; ligne 14, *après* leur chute, *lire* ce fait confère....

(Séance du 16 décembre 1935.)

Fondation M[me] Victor Noury :

Page 1295, ligne 9, *au lieu de* FERDINAND ANGEL, *lire* FERNAND ANGEL.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 DÉCEMBRE 1935.

PRÉSIDENCE DE M. JEAN PERRIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Notre Confrère **Jean Rey**, né en 1861, sorti premier de l'École des Mines en 1888, a pendant plus de quarante-cinq ans appliqué son activité et sa grande ingéniosité, comme Ingénieur en chef, puis Directeur de l'une de nos plus grandes firmes de mécanique, au perfectionnement, à l'invention et à la réalisation d'appareillages importants pour la Défense Nationale. Inventions ou travaux qui ont exigé des connaissances approfondies en Électromécanique, en Optique et en Thermodynamique.

Notamment il a réalisé, en 1889, la commande électrique à distance de pointage des projecteurs et, quelques années plus tard, l'asservissement électrique de ces projecteurs à la lunette de pointage dirigée par un observateur.

Il a réalisé la commande électrique du gouvernail pour les grosses unités navales, et il a été de ceux qui ont mis au point la commande électrique des gouvernails de plongée et de direction pour les sous-marins.

Dans le même ordre d'idée, il a le premier réalisé, sur le cuirassé *Jauréguiberry*, la commande électrique de pointage des tourelles cuirassées, permettant la manœuvre aisée de ces masses de plusieurs centaines de tonnes, et leur maintien continuel en direction du but. Et il a par la suite étendu ces dispositifs à la manœuvre, par là devenue facile, de grands chars d'assaut de 70 tonnes lancés en construction vers la fin de la guerre. Également après la guerre il a été de ceux qui ont amélioré notre matériel d'Écoute d'avions.

Dès 1912, il a beaucoup perfectionné la technique de la mise en place de mines sous-marines, même par des fonds atteignant 1200^m, et nous lui avons dû d'avoir à cet égard un matériel de valeur supérieure à celle du matériel similaire étranger.

Travaillant en collaboration avec notre confrère Blondel en ce qui regardait l'étude physicobiologique et l'étude théorique des éclats intermittents des phares, il a rendu optimum le rendement d'une source donnée. D'autre part, il a réussi à améliorer la projection de signaux en transformant le projecteur de Fresnel par emplois de miroirs métalliques segmentés. Ses projecteurs ont été choisis pour éclairer le canal de Suez.

C'est encore à lui qu'on a dû, grâce à la collaboration active de notre confrère Rateau, les premières installations de turbines à vapeur sur nos unités navales, selon des types entièrement nouveaux et de rendement ment remarquable.

En liaison avec ces travaux il a fait des recherches importantes en Chaleur et Thermodynamique. Il a notamment étudié avec succès le frottement de la vapeur d'eau dans les tuyaux et les ajutages. Il a calculé la perte de charge d'une colonne fluide d'eau, de vapeur saturée et de vapeur surchauffée. Il a beaucoup augmenté nos connaissances sur les éjecteurs de fluide, et fait passer de 4 à 25 pour 100 le rendement des thermo-compresseurs.

De même que jadis Regnault avait fait bénéficier notre science de la Chaleur des études sur la machine à vapeur, Jean Rey nous a laissé une étude physique remarquable des propriétés du pétrole, ayant déterminé les courbes de tension et les chaleurs de vaporisation des hydrocarbures les plus importants, connaissance qui améliore leur utilisation industrielle.

On s'étonnerait que de si grands services n'aient pas reçu de nombreuses récompenses. Peut-être suffit-il ici de signaler les décorations qu'il a reçues du Ministère de la Marine et notamment la croix de commandeur en 1928, après 41 ans de service, pour les importants progrès qu'il a apportés dans la réalisation des mines, des phares, des projecteurs et d'autres appareils concernant la Défense Nationale.

Vous savez que l'Académie avait reconnu son haut mérite, dès 1914 par le prix Henri de Parville pour ses recherches de Mécanique, en 1919, par le prix Wilde pour ses recherches d'Optique, en 1927, par le prix Houllevigue pour ses recherches de Thermodynamique. Enfin nous l'avons nommé en 1930 dans la section de la Science appliquée à l'Industrie.

J'ai tâché de résumer l'œuvre considérable du grand ingénieur qu'a été

Jean Rey. Je voudrais ajouter que, nous qui l'avons si souvent vu dans cette salle, nous n'oublierons pas son affabilité, sa haute courtoisie, la clarté de son regard, et son sourire bienveillant.

Au nom de l'Académie, j'adresse à sa famille nos condoléances attristées.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau l'*Annuaire pour* 1936 de l'*Académie des Sciences*, et l'*Annuaire pour l'an* 1936 *publié par le Bureau des Longitudes*.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La variété Dauzère, mutation de la Pomme de terre de Roquelaure (Gers).* Note de M. **Julien Costantin.**

Une plante *sauvage* est celle qui se reproduit sans l'intervention de l'homme. Comme c'est le cas de la Pomme de terre de Roquelaure ([1]), on est en droit de dire que c'est une plante *retournée à l'état sauvage*. Je dédie cette variété nouvelle à M. Dauzère qui vient seulement de l'envoyer à M. Bouget; il la connaissait cependant depuis 20 ans.

L'année de sa mort (1911), Noël Bernard avait réussi à se procurer le type primitif du *Solanum tuberosum* poussant spontanément dans les hautes Audes jusqu'à 5000^{m} au voisinage des glaciers (d'après M. Pozzi Escot); la mort l'empêcha malheureusement de l'étudier. Mme N. Bernard et M. Magrou ([2]) purent faire l'examen des échantillons des racines fixées récoltés au Chili (dans une station naturelle éloignée de toute culture). Ils constatèrent que ces racines possédaient les Champignons symbiotiques.

Jusqu'en 1909 et même jusqu'à son dernier jour, N. Bernard rechercha vainement les symbiotes dans les racines des plantes cultivées de la Pomme de terre et il affirma qu'elles n'en ont jamais.

De ces remarques, on est en droit de penser que la variété nouvelle de Roquelaure (qui est retournée à l'état sauvage) doit posséder des mycorhizes, tandis que la variété du pays d'où elle dérive n'en a pas. Aucune fixation des racines de ces deux plantes n'a été faite jusqu'ici. On n'a donc pu encore contrôler si l'hypothèse que je viens de formuler est exacte.

([1]) J. Bouget, *Comptes rendus*, **201**, 23 décembre 1935, p. 1418.

([2]) *Ann. Sc. nat. Bot.*, 9e série, **14**, 1911, p. 252.

M. Bouget a heureusement fait une constatation intéressante sur une variété cultivée *Maréchal Franchet d'Espérey* provenant de graines, qu'il avait dans ses cultures des Pyrénées, à 1400^{m} d'altitude. Elle avait été plantée en 1934 *en terre vierge* (c'est-à-dire renfermant des Champignons symbiotiques). A l'arrachage effectué le 8 novembre 1934, de *très petits tubercules* ne furent pas aperçus; ils restèrent évidemment sous la neige et *ne pourrirent pas* ainsi que cela arrive d'ordinaire. En mai 1935, il a aperçu, dans ce même terrain, 10 tiges naissantes de ces Pommes de terre; il s'est assuré qu'elles provenaient de 10 *petits tubercules inaperçus*. Il a recueilli ces 10 plantes et les a transplantées avec soin dans le champ voisin; elles se sont développées et ont donné à la récolte 101 *tubercules*, d'un poids total de 1350^{g}.

A 560^{m}, en 1934, M. Bouget a cultivé cette variété *Maréchal Franchet d'Espérey* également en *terre vierge*. Dans ce deuxième cas, il a très bien remarqué l'existence à l'automne de tubercules si petits (atteignant parfois 3^{mm}) que de semblables n'ont, je crois, jamais été décrits par personne. Au printemps 1935, il ne retrouva plus ces tubercules oubliés dans le sol; ils avaient *pourri pendant l'hiver* comme c'est le cas normal.

M. Bouget en a conclu que « les terrains en pente des côteaux de montagne à 1400^{m} paraissent plus favorables que les terrains de 560^{m} à la conservation des tubercules ».

Je crois devoir tirer une autre conclusion. A 1400^{m} et à 560^{m}, on a employé la *même terre vierge*. Les Pommes de terre devaient avoir également des mycorhizes ([1]). Pourquoi celles de 560^{m} ont-elles seules pourri et pas celles de 1400^{m}? L'altitude est intervenue, c'est certain, mais comment? Nous avons établi, mes collaborateurs et moi, que jusqu'à 1400^{m} les Champignons symbiotiques sont dans leur climat d'élection, c'est pour cela qu'*ils sont vigoureux et s'opposent à la pourriture*. A 560^{m}, tout prouve qu'ils ne sont pas dans leur habitat normal, puis qu'ils manquent régulièrement de mycorhizes. C'est pour remédier à cette carence qu'on a apporté de la terre vierge qui a fait apparaître les Champignons symbiotiques comme à 1400^{m}; malheureusement leur mycélium était très affaibli à cause de l'altitude insuffisante. On remarquait, en effet, qu'il n'existait jamais dans toute l'étendue des racines, il restait parfois très localisé; *il disparaissait même le plus souvent*. Aussi quand les Bactéries envahissaient le sol pendant l'hiver, la plante était désarmée : *elle pourrissait* inévitablement en terre, ce qui entraînait la *disparition des tubercules*.

On voit donc que l'*action combinée de l'altitude et des Champignons* modifie les propriétés physiologiques des tubercules. C'est là une variation importante pour la Pomme de terre, puisque les tubercules persistent pendant l'hiver dans un cas et disparaissent dans l'autre. A 1400^{m} les myco-

---

(1) Costantin, Magrou, Bouget et Mlle Jaudel, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1195, et **199**, 1934, p. 1547.

rhizes sont présentes, à 560^m elles n'existent plus puisque les Champignons finissent par disparaître. On pourrait dire qu'une variété nouvelle s'est constituée, mais elle est instable, car, au deuxième printemps, sans doute, la plante ne repoussera plus spontanément : Une variété nouvelle n'est donc pas encore formée.

Dans la variété de Roquelaure, l'hérédité est plus solide, car elle s'est maintenue depuis 20 ans. Elle doit donc posséder des mycorhizes qui manquent certainement à la variété du pays dont elle dérive. Si cette manière de voir est exacte, on pourra conclure que *l'apparition des mycorhizes est bien liée à l'état cultivé*.

On peut dire autrement que *les Champignons symbiotiques ont créé une variété nouvelle dont l'hérédité a été stable pendant presque un quart de siècle* (¹). Cette conclusion est tout à fait en harmonie avec la théorie que j'ai exposée en 1933 dans les *Actualités biologiques* (²).

A tous ces faits s'en ajoutent beaucoup d'autres qui montrent le *grand rôle que joue la symbiose* dans l'apparition des caractères nouveaux. Cela équivaut à dire qu'*elle peut créer l'hérédité acquise* qui a rencontré beaucoup de contradicteurs, qui ignoraient évidemment ces résultats.

Ces conceptions donnent *l'explication de l'origine des variétés cultivées* de beaucoup de plantes agricoles. Elles font naître l'espoir que le transformisme est destiné à rendre les plus grands services à l'Agriculture (³), autant, peut-être plus que les lois de Mendel et la Génétique. Ce sont les milieux, surtout les milieux vivants, qui interviennent non seulement dans la symbiose, mais aussi puissamment dans le paratisme.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Teneurs comparatives en soufre et en phosphore de plantes cultivées sur le même sol.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Lazare Silberstein**.

Les résultats que nous avons présentés au cours des années précédentes n'ont pas seulement apporté une preuve expérimentale directe de l'impor-

(¹) C'est à cette conception qu'était arrivé Noël Bernard, en 1909, pour les Orchidées dans son beau Mémoire : *L'Évolution dans la symbiose; les Orchidées et leurs commensaux* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 9ᵉ série, **9**, 1909, depuis page 1 à la fin du volume).

(²) Costantin, *Ann. Sc. nat. Bot.*, 10ᵉ série, **15**, 1933, p. 1 à 411, 37 fig.

(³) Cette idée est développée dans Costantin, *Le transformisme appliqué à l'Agriculture* (*Bibl. Sc. int.*, **106**, 1906, 300 pages).

tance qualitative du soufre dans le développement des plantes [1], ils ont permis de se faire une première idée de l'importance quantitative de cet élément par rapport à celle de phosphore, c'est-à-dire à celle d'un élément dont la valeur nutritive est aujourd'hui pratiquement reconnue partout en Agriculture [2].

En nous plaçant dans des conditions expérimentales très strictes et en utilisant une méthode de dosage particulièrement précise, nous avons trouvé, à l'encontre de ce que pensaient beaucoup d'agronomes, que les proportions de soufre contenues dans la matière végétale et emportées par les récoltes sont loin d'être négligeables et dépassent même assez souvent celles du phosphore. Ainsi, en dosant les deux métalloïdes dans la partie aérienne de plantes récoltées au moment de la floraison, le rapport soufre-phosphore a oscillé de 0,34 (dans le sarrazin) à 1,56 (dans le colza).

Nous nous sommes demandé comment varierait ce rapport dans une série de plantes d'espèces différentes cultivées sur le même sol, autrement dit, comment se comporteraient ces plantes, chacune selon son espèce et ses besoins physiologiques, vis-à-vis d'un millieu de même composition au point de vue des éléments soufre et phosphore. Et, pour que les résultats obtenus soient plus immédiatement applicables à l'Agriculture, nous avons fait porter nos recherches sur des plantes maraîchères ou de grande culture. Trente-sept espèces ont été choisies et semées, à la fin du mois de mars de cette année, sur une parcelle de terre de jardin que l'on était en droit de supposer homogène en toutes ses parties. Cette parcelle avait été divisée au préalable en autant de rectangles qu'il y avait d'espèces végétales, chaque rectangle ayant une surface d'environ un quart de mètre carré. La terre n'avait pas reçu d'engrais depuis plusieurs années et a été laissé telle quelle. Au fur et à mesure de leur développement et au cours de celui-ci, les plantes ont reçu les soins habituels. On a arrosé autant de fois que cela a été nécessaire pour maintenir les cultures en bon état.

Les espèces annuelles ont été récoltées au moment où elles épanouissaient leurs premières fleurs et ont été soumises aussitôt à l'analyse chimique. Quant aux espèces bisannuelles, il s'en est trouvé deux : le chou et la betterave, qui ont fourni quelques pieds en fleurs; des autres on a prélevé pour l'analyse, avant la floraison, le poireau et la carotte.

Comme on devait s'y attendre, toutes les espèces sur lesquelles ont porté

(1) *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 1349.
(2) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 1045.

les nouvelles recherches ne se sont pas développées d'une façon égale. La plupart ont bien prospéré, mais certaines sont restées chétives, quelques-unes même ont à peine poussé. C'est ainsi que le lupin jaune, qui cependant a fleuri, n'a pas dépassé une quinzaine de centimètres et portait des feuilles très pauvres en chlorophylle; que le cerfeuil était un peu maigre et de coloration jaunâtre; enfin, que le riz, l'oseille, le persil et le lupin bleu ont dû être laissés de côté pour insuffisance ou arrêt de développement ([1]).

Finalement, nous avons récolté et analysé comparativement 29 des espèces végétales mises en culture. A ces espèces nous avons ajouté la petite ortie, l'euphorbe réveille-matin, la morelle noire et le tabac rustique, qui s'étaient développés spontanément sur le même sol et qui se trouvaient en très bon état au moment de leur floraison.

Avant l'analyse les échantillons ont été lavés à plusieurs eaux, mais très rapidement, puis essuyés avec du papier à filtre. On les a ensuite divisés et on en a pesé trois portions de 10^g : une pour le dosage de la matière sèche, les deux autres pour les dosages immédiats, à l'état frais, du soufre et du phosphore. Pour que ces trois portions soient aussi semblables et, en même temps, aussi représentatives que possible des espèces étudiées, on a opéré, quand ces espèces étaient de petite taille, sur plusieurs individus à la fois dont les morceaux étaient bien mélangés et, quand ces espèces étaient de grande dimension, sur des mélanges de parties aliquotes de tiges, de feuilles et d'inflorescences. Encore a-t-on pris soin dans le cas du maïs, par exemple, de diviser d'abord ces organes suivant des plans parallèles à leur axe ou à leur nervure principale.

Les méthodes de dosage utilisées ont été celles que nous avons décrites et appliquées dans nos recherches antérieures ([2]).

Nous donnons, dans l'ordre croissant des rapports soufre/phosphore, les résultats que nous avons obtenus.

([1]) Nous n'avons pu récolter non plus l'oignon, la ciboule et la ciboulette que deux orages de grêle avaient complètement saccagés.

([2]) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 886. Pour le dosage du phosphore, il a été reconnu que l'acide nitreux (résultant de la réduction partielle des nitrates au moment de la fusion) gêne le virage final et nuit au dosage, surtout quand il y a très peu de métalloïde. On évite cet inconvénient de la façon suivante : la solution provenant du traitement par l'eau de la masse fondue est additionnée de 20^{cm^3} d'acide chlorhydrique puis évaporé à sec au bain-marie. On reprend par l'eau, on ajoute 7^{cm^3} d'une solution d'acétate de sodium au dixième dans l'acide acétique à 5 pour 100, on sépare la silice par filtration ou centrifugation, on amène le liquide à $100\text{-}125^{cm^3}$ et on titre à l'urane.

TABLEAU.

Noms des plantes examinées.	Matière sèche pour 100.	Pour 100 de matière sèche. Soufre.	Phosphore.	Rapport S/P.
Épinard (*Spin. ol.* L.)	10,78	0,306	0,812	0,377
Cerfeuil (*Anthr. cerf.* Hoffm.)	15,00	0,304	0,633	0,480
Seigle (*Sec. cer.* L.)	17,54	0,257	0,492	0,522
Pois (*Pisum sat.* L.)	13,20	0,286	0,511	0,560
Froment (*Trit. sat.* L.)	27,72	0,260	0,410	0,633
Maïs (*Zea mays* L.)	19,25	0,149	0,234	0,636
Haricot d'Espagne (*Phas. sat.* L.)	15,91	0,256	0,385	0,665
Mâche (*Valer. olit.* Poll.)	12,59	0,508	0,735	0,691
Orge (*Hord. vulg.* L.)	22,09	0,284	0,362	0,785
Lentille (*Erv. lens* L.)	21,61	0,373	0,457	0,816
Ortie (*Urt. ur.* L.)	11,92	0,623	0,750	0,830
Trèfle violet (*Trif. prat.* L.)	22,66	0,203	0,243	0,835
Sainfoin (*Onob. sat.* Lamk.)	27,13	0,238	0,281	0,846
Pois chiche (*Cic. ariet.* L.)	24,36	0,346	0,400	0,865
Euphorbe rév.-mat. (*Euph. hel.* L.)	14,63	0,334	0,376	0,887
Soja (*Soja hisp.* Moench)	26,18	0,230	0,258	0,892
Trèfle incarnat (*Trif. inc.* L.)	16,57	0,315	0,317	0,994
Pissenlit (*Tarax. off.* Wiggers)	27,06	0,370	0,351	1,052
Pavot œillette (*Pap. somn.* L.)	11,38	0,662	0,626	1,058
Betterave (*Beta vulg.* L.)	10,49	0,534	0,489	1,092
Trèfle blanc (*Trif. rep.* L.)	23,26	0,316	0,269	1,178
Morelle noire (*Sol. nig.* L.)	11,36	0,545	0,440	1,238
Lupin jaune (*Lup. lut.* L.)	14,74	0,835	0,628	1,331
Plantain long (*Plant. lanc.* L.)	15,43	0,623	0,389	1,601
Carotte (*Dauc. car.* L.)	18,93	0,628	0,363	1,729
Navet (*Brass. nap.* L.)	10,76	1,494	0,848	1,762
Poireau (*All. porr.* L.)	9,29	0,874	0,431	2,030
Moutarde noire (*Sin. nig.* L.)	18,76	0,879	0,420	2,092
Chicorée (*Cich. Intyb.* L.)	11,96	1,089	0,502	2,170
Radis (*Raph. sat.* L.)	12,08	1,175	0,538	2,183
Moutarde blanche (*Sin. alba* L.)	12,84	1,314	0,545	2,410
Tabac rustique (*Nic. rust.* L.)	9,29	0,951	0,309	3,077
Chou (*Brass. oler.* L.)	11,25	1,919	0,477	4,021

Les résultats de ces nouvelles recherches rendent plus manifeste encore que les précédents l'importance du soufre comparée à celle du phosphore dans le développement des végétaux; en effet le rapport du premier au second de ces éléments est cette fois égal ou supérieur à l'unité dans la moitié des cas et, sans descendre au-dessous de 0,38, il s'élève dans la nouvelle série non seulement à 1,7 mais à 2 ou 3 et même jusqu'à 4.

Ces résultats montrent aussi que les teneurs différentes des espèces végétales en soufre et en phosphore ne dépendent pas exclusivement de la composition des sols, qu'elles dépendent encore, si ce n'est surtout, des besoins physiologiques de ces espèces et de leur aptitude à les satisfaire (1).

Il est remarquable, à ce point de vue, que, si certaines plantes n'ont pas fixé plus de 0,15 ou 0,20 de soufre pour 100 de leur matière sèche, d'autres ont atteint, sur le même sol, jusqu'à 1,9 pour 100, soit environ 10 fois davantage; à côté, sans aucun parallélisme entre la fixation du soufre et celle du phosphore, ce dernier a varié seulement de 0,24 à 0,85 pour 100.

Ce que l'on sait déjà de la composition chimique de plusieurs des plantes les plus riches en soufre de la liste énumérée ci-dessus autorise à penser que le métalloïde ne se trouve pas dans les tissus sous la forme dominante de sulfates métalliques, tels qu'ils existent dans le sol, mais plutôt à l'état de combinaisons organiques et que, en conséquence, les besoins en soufre des plantes sont, d'une espèce à une autre, à la fois très variables et beaucoup plus différents que les besoins en phosphore.

M. **Jules Richard**, par l'organe de M. **Charles Gravier**, fait hommage à l'Académie du fascicule XCI des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par* Albert Ier, *prince souverain de Monaco : Cestodes parasites provenant des campagnes de* S. A. S. *le prince Albert de Monaco* (1886-1913), par Jules Guiart, professeur à la Faculté de médecine de Lyon, 115 pages, 4 planches doubles et 1 simple, 12 figures dans le texte.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Claire-Éliane Engel. *Alpinistes d'autrefois. Le Major Roger et son baromètre.*

M. **Edmond Guillermet** adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil* en 1934.

---

(1) Voir à ce sujet Gab. Bertrand et V. Ghitescu, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 1269.

M. **Georges Sarton** adresse des remerciements pour la distinction accordée à ses travaux.

THÉORIE DE LA MESURE. — *Les mesures invariantes et la transitivité.* Note de MM. **Nicolas Kryloff** et **Nicolas Bogolilouboff**.

Soit Ω un espace métrique et compact et soit T_t un groupe monoparamétrique de transformations biunivoques de Ω sur lui-même. Nous supposons que $T_{t+s} = T_t T_s$ et que le point $T_t P$ est une fonction continue de t et de P quand $-\infty < t < +\infty$, $P \subset \Omega$.

Nous avons établi qu'il existe [1] toujours des mesures invariantes et que de plus il y en a toujours qui seront transitives [2]. Soit $\Psi_P(A)$ une mesure normalisée capable de prendre deux valeurs seulement 1 et 0 suivant que $P \subset A$ ou $P \subset \Omega - A$. Nous dirons que P est un point transitif si la suite

$$\frac{1}{\tau}\int_0^\tau \Psi_P(T_t A)\,dt$$

---

(1) Soit, en effet, $m(A)$ une mesure normalisée (voir la Note précédente des auteurs, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1002). Envisageons la suite de mesures normalisées

$$m_\tau(A) = \frac{1}{\tau}\int_0^\tau m(T_{-t}A)\,dt,$$

l'intégration (voir *ibid.*) étant définie puisque $m(T_{-t}A)$ est continue en t, et remarquons que

$$(\alpha) \qquad |\, m_\tau(T_s A) - m_\tau(A)\,| \leq \frac{s}{\tau}.$$

Or, de la suite m_τ, il est toujours possible d'extraire une suite convergente vers une mesure normalisée limite m_∞.

En passant à la limite dans l'inégalité (α), on s'assure que m_∞ est invariante par rapport au groupe considéré (T_t),

$$m_\infty(T_t A) = m_\infty(A).$$

(2) On dit qu'une mesure invariante $\varphi(A)$ est transitive s'il est impossible de séparer Ω en deux ensembles φ-mesurables invariants (en T_t) A_1, A_2 sans points communs et tels que, à la fois,

$$\varphi(A_1) > 0 \qquad \text{et} \qquad \varphi(A_2) > 0.$$

Exemple : sur une sphère, T_t étant formé de rotations autours d'un même axe, une masse répartie uniformément sur un parallèle unique.

ne possède qu'une seule fonction limite et si cette seule fonction limite est une mesure transitive.

Nous dirons de plus que P est un point fortement stable au sens de Poisson si, à chaque voisinage U de ce point, on peut faire correspondre deux nombres positifs M_0, M_1 et une suite $\tau_{n(n\to\infty)}$ vérifiant les inégalités

$$|\tau_{n'} - \tau_{n''}| \geqq M_0, \quad \text{si} \quad n' \neq n'', \quad |\tau_n| \leqq M_1 n$$

de façon que $T_{\tau_n} P \subset U$.

Soit $\mathfrak{K}$ l'ensemble de tous les points transitifs de Ω fortement stables au sens de Poisson. Nous avons démontré que $\mathfrak{K}$ n'est jamais vide et que $m(\mathfrak{K}) = 1$, $m(\Omega - \mathfrak{K}) = 0$ quelle que soit la mesure normalisée invariante m. On peut démontrer de plus que chaque point $P \subset \Omega - \mathfrak{K}$ tend statistiquement vers l'ensemble $\mathfrak{K}$ en ce sens que

$$\frac{1}{\tau}\int_0^\tau \Psi_P(T_{-t}O)\,dt \underset{\tau\to\infty}{\to} 1$$

quel que soit l'ensemble ouvert $O \supset \mathfrak{K}$.

Tous les points de $\mathfrak{K}$ peuvent être répartis en un système Σ d'ensembles invariants de façon que les deux ensembles différents de ce système n'ont pas de points communs et que si $\mathfrak{C} \in \Sigma$ il existe une mesure transitive $\varphi_{\mathfrak{C}}$ et une seule telle que

$$\varphi_{\mathfrak{C}}(\mathfrak{C}) = 1, \qquad \varphi_{\mathfrak{C}}(\Omega - \mathfrak{C}) = 0.$$

Quelle que soit la mesure invariante m, on a $m(A) = \varphi_{\mathfrak{C}}(A)\,m(\mathfrak{C})$ pour tout ensemble $A \subset \mathfrak{C}$. Soit U un voisinage d'un point $P \subset \mathfrak{C}$, alors $\varphi_{\mathfrak{C}}(U) > 0$. Les mesures $\varphi_{\mathfrak{C}}(\mathfrak{C} \in \Sigma)$ sont les seules mesures normalisées transitives.

Soient maintenant $\mathfrak{C}_1, \ldots, \mathfrak{C}_n$ les éléments de Σ. Envisageons l'ensemble des mesures normalisées de la forme

$$c_1\varphi_{\mathfrak{C}_1} + \ldots + c_n\varphi_{\mathfrak{C}_n}, \quad \text{où} \quad c_k > 0, \quad c_1 + \ldots + c_n = 1 \quad (k = 1, \ldots, n)$$

et de toutes leurs fonctions limites.

Nous l'appelons convexe $\varphi_{\mathfrak{C}}$ et désignons par $\mathrm{Co}\,\varphi_{\mathfrak{C}}$. Nous avons démontré que si $m \in \mathrm{Co}\,\varphi_{\mathfrak{C}}$, alors m est une mesure normalisée invariante et, inversement, si m est une mesure normalisée invariante, on a $m \in \mathrm{Co}\,\varphi_{\mathfrak{C}}$.

Soient enfin $\mathfrak{C} \in \Sigma$ et P un point quelconque de $\mathfrak{C}$; quelle que soit la fonction $f(P)$ continue en Ω, la moyenne

$$\lim_{\tau\to\infty}\frac{1}{\tau}\int_0^\tau f(T_t P)\,dt = \int_\Omega f(P)\,d\varphi_{\mathfrak{C}}$$

existe. Si Σ ne contient qu'un seul élément, alors $\mathfrak{K}$ est fermé et forme un seul ensemble minimal des mouvements récurrents.

Si $\mathfrak{C} \in \Sigma$ contient un ensemble fermé invariant ou un ensemble ouvert, $\mathfrak{C}$ est fermé et forme un seul ensemble minimal de mouvements récurrents.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines fonctions indéfiniment dérivables.* Note [1] de M. **J. Soula**, présentée par M. Jacques Hadamard.

I. M. Serge Bernstein a étudié une catégorie de fonctions réelles de la variable réelle x parmi lesquelles se trouvent, en particulier, celles qui ont des dérivées de tous les ordres et qui vérifient $|f^{(n)}(x)| < A\lambda^n n\,!$ pour certaines valeurs de n seulement : je dirai que ce sont là les fonctions de la classe (R). M. Bernstein donne des exemples de telles fonctions qui ne sont pas analytiques. Il montre que le rapport de deux valeurs consécutives de n pour lesquelles on a l'inégalité précédente n'est pas borné pour les fonctions (R) non analytiques [2].

Comme le remarque M. Bernstein, il n'est pas possible qu'une fonction de la classe (R) soit nulle ainsi que toutes ses dérivées pour une valeur déterminée de la variable. Pour le démontrer, il suffit d'écrire les développements de Taylor limités de la fonction ; ils se réduisent au reste qui, pour des valeurs de n, tend vers zéro.

J'observe encore qu'il n'est pas possible que l'on ait $f^{(n)}(x_0) \geqq 0$ si la fonction est de la classe (R) dans l'intervalle (x_0, b) et non holomorphe pour x_0. Le même développement limité montre que

$$f(x) - f(x_0) - (x - x_0)f'(x_0) \ldots - \frac{(x - x_0)^n}{n\,!} f^{(n)}(x_0)$$

tend vers zéro pour des valeurs de n et que la valeur absolue de cette différence est inférieure à $A[\lambda(x - x_0)]^n$, il en résulte que la série de Taylor correspondante converge pour $0 < x - x_0 < 1/\lambda$ quand on groupe les termes de façon convenable ; mais cette série est à termes positifs ; elle converge donc au sens ordinaire et il résulte de ce qui précède que sa somme est bien $f(z)$. Cette fonction est donc holomorphe pour x_0.

II. On peut généraliser ces deux propriétés très simples par l'emploi des

---

(1) Séance du 23 décembre 1935.

(2) Serge Bernstein, *Leçons sur les propriétés extrémales des fonctions analytiques*, Paris, 1926, p. 162 et suiv. ; *Mathematische Annalen*, 75, 1914, p. 449 et suiv.

méthodes que M. Gontcharoff a fait connaître dans sa Thèse, méthodes qui sont basées sur l'emploi des polynomes

$$P_n(x)=\int_{x_0}^{x} dt_1 \int_{x_1}^{t_1} dt_2 \ldots \int_{x_{n-1}}^{t_{n-1}} dt_n.$$

Soient un intervalle (a, b) et une suite de valeurs de x vérifiant

(1) $$b > x_0 \geqq x_1 \geqq x_2 \geqq \ldots \geqq x_n \geqq \ldots \geqq a$$

et les polynomes P_n correspondants. Soit d'autre part une fonction ayant des dérivées dans l'intervalle; pour les valeurs de x comprises entre b et x_0, on a

$$f(x)=f(x_0)+P_1(x)f'(x_1)+\ldots+P_{n-1}(x)f^{(n-1)}(x_{n-1})+P_n(x)f^{(n)}(\theta)$$
$$(x_{n-1}<\theta<x).$$

III. Cette formule de développement limité permet d'obtenir les résultats suivants :

1° Si une fonction $f(x)$ est de la classe (R) dans un intervalle (a, b), si l'on a

$$f(x_0)=f'(x_1)=\ldots=f^{(n)}(x_n)=\ldots=0,$$

les x_n vérifiant les inégalités (1), cette fonction est nulle.

Ce théorème généralise le théorème I de la Thèse de M. Gontcharoff (1), qui a lui-même donné une autre généralisation (2).

2° Si l'on garde les hypothèses du théorème précédent avec cette seule modification que les $f^{(n)}(x_n)$ sont supposés non négatifs (et non plus tous nuls), la fonction est analytique et régulière au point X limite des x_n.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un espace des fonctions à variation bornée et la différentiation d'une série terme à terme.* Note de M. **L. Kantorovitch**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Soit l'ensemble $Y=\{y\}$ des fonctions $y(t)$ à variation bornée définies dans un intervalle (a, b). La somme de deux éléments de cet ensemble y_1+y_2 et le produit d'un élément par un nombre réel a y désignent les éléments correspondant aux fonctions $y_1(t)+y_2(t)$ et $a.y(t)$.

---

(1) *Annales de l'École Normale supérieure*, 47, 1930, p. 1.

(2) *Comm. Société math. de Kharkoff*, 4e série, 7, 1933, p. 1.

Introduisons l'ordre dans cet ensemble. Disons qu'un élément y est plus grand que o : $y > 0$, lorsqu'on a $y(a) \geqq 0$, $\Delta y(t)_1^2 = y(t_2) - y(t_1) \geqq 0$, pour chaque $t_2 > t_1$, et que $y(t)$ n'est pas nulle identiquement. Posons encore $y_2 > y_1$, lorsque $y_2 - y_1 > 0$, et $y_2 < y_1$, lorsque $y_1 > y_2$. Donc Y peut être considéré comme un ensemble partiellement ordonné.

Un ensemble $E = \{y_\xi\}[\xi \in \Xi]$ d'éléments de Y est *borné supérieurement* s'il existe un élément y_0 plus grand ($\geqq$) que chaque y_ξ. Il existe alors un plus petit élément y_0 jouissant de cette propriété que nous désignerons par $\sup\limits_\xi y_\xi = \sup E = y_0$. La fonction $y_0(t)$ correspondant à cet élément peut être définie par la relation

$$y_0(t) = \sup_\xi \{y_\xi(a)\} + \sup_{\substack{\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n \in \Xi \\ a = t_0 \leqq t_1 \leqq \ldots \leqq t_n = t}} \sum_{i=1}^{n} [y_{\xi_i}(t_i) - y_{\xi_i}(t_{i-1})],$$

où sup désigne cette fois la borne supérieure précise d'un ensemble de nombre réels. On définit de même inf E. On a $\sup E = +\infty$ (ou $\inf E = \infty$) lorsque E n'est pas borné supérieurement (ou inférieurement).

Nous pouvons définir maintenant la partie positive d'un élément y, comme $y_+ = \sup(0, y)$, la partie négative $y_- = \sup(0, -y)$ et la valeur absolue $|y| = \sup(y, -y) = y_+ + y_-$. Il est évident qu'à $|y|$ correspond la fonction $|y(a)| + \operatorname{var}\limits_a^t y(t)$.

2. Introduisons ensuite la notion de limite. Posons dans ce but

$$\overline{\lim_{n \to \infty}}\, y_n = \inf_n [\sup(y_n, y_{n+1}, \ldots)], \qquad \underline{\lim_{n \to \infty}}\, y_n = \sup_n [\inf(y_n, y_{n+1}, \ldots)].$$

Nous dirons que la limite $\lim\limits_{n \to \infty} y_n = y_0$ existe lorsqu'on a

$$\overline{\lim_{n \to \infty}}\, y_n = \underline{\lim_{n \to \infty}}\, y_n = y_0.$$

Nous dirons, dans ce cas, que les fonctions $y_n(t)$ convergent (α) vers $y_0(t)$. En d'autres termes, $\lim y_n = y$ signifie que $\lim y_n(a) = y(a)$ et qu'à chaque nombre $\varepsilon > 0$ correspond un nombre N et une fonction croissante $\omega_\varepsilon(t)$, $|\omega_\varepsilon(t)| \leqq \varepsilon$ telles que

$$|\Delta y_n(t)| \leqq \Delta \omega_\varepsilon(t) \qquad \text{pour } n \geqq N.$$

Considérons un autre type de convergence. Nous dirons que la suite des fonctions $y_n(t)$ converge ($\alpha^\star$) vers $y_0(t)$ lorsque, de chaque suite par-

tielle $y_{n_k}(t)$, on peut extraire une autre $y_{n_{k_i}}$ qui converge (α) vers $y_0(t)$ pour $i \to \infty$. La notation $\|y\| = |y(a)| + \overset{b}{\underset{a}{\mathrm{var}}}\, y(t)$ étant introduite, la condition nécessaire et suffisante de la convergence (α^*) [ou (α)] d'une suite de fonctions $y_n(t)$ vers zéro, peut être exprimée par la relation

$$\lim_{n \to \infty} \|y_n\| = 0 \qquad \left[\text{ou } \lim_{n, m \to \infty} \|\sup(|y_{n+1}|, |y_{n+2}|, \ldots, |y_m|)\|\right] = 0$$

3. Nous dirons qu'une suite de fonctions sommables $f_n(t)$ converge (β) vers une fonction $f(t)$, quand les $f_n(t)$ convergent vers $f(t)$ presque partout et qu'il existe une fonction sommable $F(t)$ telle que $|f_n(t)| \leqq F(t)$ ($n = 1, 2, \ldots$). Nous pourrons énoncer les théorèmes sur la différentiation d'une série.

Théorème I. — *Soit $y_n(t)$ une suite de fonctions absolument continues et satisfaisant à la condition $y_n(a) = 0$.*

Pour que la suite $y'_n(t)$ converge (β) vers une fonction sommable $y'_0(t)$, il faut et il suffit que la suite $y_n(t)$ converge (α) vers $y_0(t)$.

La démonstration suit presque immédiatement de la formule

$$\|\sup(|y_{n+1}|, \ldots, |y_m|)\| = \int_a^b \sup(|y'_{n+1}(t)|, \ldots, |y'_m(t)|)\, dt.$$

Théorème II. — *Soit $y_n(t)$ la suite des fonctions à variation bornée qui converge (α) vers une fonction $y_0(t)$. Alors la suite des fonctions $y'_n(t)$ converge (β) vers $y'_0(t)$.*

Ce théorème contient comme cas très particulier un théorème de M. Fubini [1] : il suffit d'appliquer le théorème I à la suite des fonctions

$$\bar{y}_n(t) = \int_a^t y'_n(t)\, dt.$$

4. Faisons encore quelques remarques concernant la théorie des opérations linéaires. Soit X un espace linéaire du type (B) de M. Banach. Une opération additive $y = U(x)$ qui transforme X dans Y est continue (α), quand $\lim_{n \to \infty} x_n = x$ entraîne que $\lim_{n \to \infty} U(x_n) = U(x)$, au sens défini plus haut. Voici deux théorèmes concernant les opérations ainsi définies.

Théorème III. — *Soit $y = U(x)$ une opération additive qui transforme X dans Y. Pour qu'elle soit continue, il faut et il suffit qu'il existe un élément y_0 de Y tel que $|U(x)| \leqq y_0 \|x\|$.*

---

[1] *Rendiconti Lincei*, 5e série, 24, 1915, p. 204-206.

L'élément y_0 le plus petit possible jouissant de cette propriété sera désigné par $\| U \|$. Il est évident qu'on a $\| U \| = \sup_{\| x \| = 1} | U(x) |$.

Théorème IV. — *Soient* X_1 *un sous-ensemble linéaire de l'espace* X *et* $y = U_1(x)$ *une opération additive et continue* (α) *dans cet ensemble. Il existe alors une opération* $y = U(x)$ *définie dans l'espace* X *tout entier et satisfaisant aux conditions :* 1° $\| U \| = \| U_1 \|$; 2° $U(x) = U_1(x)$ *pour* $x \in X_1$.

Les résultats de ce numéro suivent aisément des considérations du n° 1 et de quelques théorèmes généraux que j'ai énoncés (voir *Comptes rendus de l'Acad. Sc. de l'U. R. S. S.*, 1935). Notamment, il suit des résultats du n° 1 que l'espace des fonctions à variation bornée vérifie les axiomes de ma Note citée.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur l'apparition de l'onde de choc dans un champ aérodynamique aux vitesses subsoniques.* Note (¹) de M. **Louis Gabeaud**, présentée par M. Léon Lecornu.

1. Divers expérimentateurs (²) ont mis en évidence l'apparition d'une onde de choc dans le champ aérodynamique produit par un courant fluide autour d'un solide, pour des vitesses à l'infini-amont notablement subsoniques. L'objet de la présente Note est de donner une démonstration de ce fait dans le cas particulier d'un projectile cylindro-ogival et dans le cadre de la théorie tourbillonnaire de la résistance de l'air que nous avons développée dans une Note antérieure (³).

2. Soient P, ρ, V, $\mathcal{V}$ la pression, la masse spécifique, la vitesse et la célérité du son dans le filet fluide qui épouse la surface du projectile, à hauteur de la tranche de culot; P_0, ρ_0, V_0 et $\mathcal{V}_0$ ces mêmes grandeurs à l'infini-amont. La dépression au culot, $P - P_0$, est donnée (Note précitée) par

$$(1) \qquad P - P_0 = \frac{1}{8} \rho V^2.$$

(¹) Séance du 18 novembre 1935.

(²) Tels, par exemple, A. Buseman, (*Comptes rendus du IIIᵉ Congrès International de Mécanique appliquée*, Stockholm, août 1930, p. 282 à 286) et, plus récemment, E. N. Jacobs (*Comptes rendus du Vᵉ Congrès Volta*, Rome, octobre 1935).

(³) *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1630.

et l'on a, d'autre part, les relations :

$$(2)\qquad \frac{P}{P_0}=\left(1+\frac{V_0^2-V^2}{\frac{2}{\gamma-1}\mathcal{V}_0^2}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}},$$

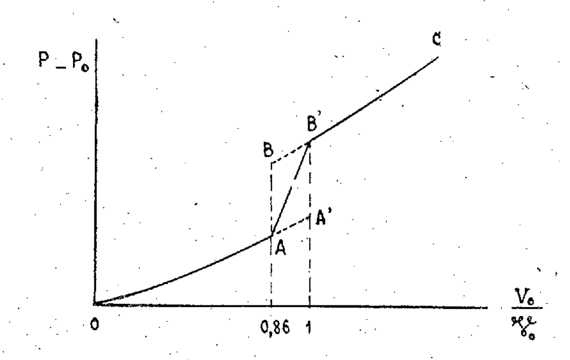
et

$$(3)\qquad \frac{P}{\rho^\gamma}=\frac{P_0}{\rho_0^\gamma},$$

où γ est le rapport des chaleurs spécifiques.

3. En calculant V, P, ρ, puis $\mathcal{V}=\sqrt{\gamma P/\rho}$, dans les hypothèses usuelles : $\gamma=1,4$; $P_0=10330$; $\rho_0=1,208/9,81$ (unités : kg-f.; m. s.), on trouve que la vitesse d'écoulement V devient égale à la célérité locale du son pour $V_0/\mathcal{V}_0=0,86$. C'est donc pour cette valeur du nombre de Sarrau qu'une onde de choc prend naissance sur la surface du projectile.

4. Conformément aux résultats présentés dans la Note précitée, la dépression au culot devrait subir une discontinuité A′B′ (voir figure)



pour $V_0/\mathcal{V}_0=1$. De ce qui précède il résulte que la courbe représentative de $P-P_0$ (et, par suite, de la résistance totale) présentera normalement la disposition OAB′C, l'arc $\widehat{AB'}$ correspondant à un état de transition, auquel se substituera parfois un état instable représenté par l'arc $\widehat{AA'}$.

5. A l'appui de ces résultats théoriques, je signale que, dans le *Traité de Balistique extérieure* de Mayevski, figure un graphique des valeurs expérimentales de la résistance de l'air rappelant le précédent, les abscisses des points A et B′ étant respectivement 0,81 et 1,04, et des points expérimentaux jalonnant, en outre, le prolongement de OA jusqu'en un point A′ d'abscisse 0,94.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur l'évaluation numérique de la turbulence des souffleries aérodynamiques.* Note de M. **Adrien Foch**, présentée par M. Marcel Brillouin.

Il n'existe à l'heure actuelle aucune méthode expérimentale commode [1] pour chiffrer la turbulence d'un courant fluide, probablement pour la raison que cette turbulence n'a jamais pu être définie de façon indiscutable. Il ne semble cependant pas impossible d'obtenir une évaluation numérique, et peut-être même une véritable mesure, des fluctuations de vitesse en un point d'un écoulement. A la fréquence près, le problème est en effet de tous points semblable à celui que pose la mesure des pressions sonores et qui se trouve résolu, de façon tout à fait satisfaisante pour les besoins de la pratique, par les divers appareils fixant numériquement l'intensité des bruits, soit au moyen de l'oscillographie d'un courant microphonique, soit, plus industriellement, par la mesure de l'intensité électrique d'un courant microphonique redressé.

Partant de cette idée, j'ai placé un microphone électrostatique (diamètre $D = 48^{mm}$) d'abord près de la veine d'une soufflerie par refoulement (vitesse de la veine $V = 20$ m:s, correspondant à une pression dynamique de 2500 baryes), puis dans la veine même. On peut, certainement sans erreur trop grande, *admettre* que : 1° dans la première expérience, le microphone mesure la pression sonore Q correspondant au bruit produit par le fonctionnement de la soufflerie et répercuté dans toute la chambre d'expériences ; 2° dans la seconde expérience, l'appareil donne la résultante R de la pression P due aux fluctuations de vitesse dans la veine et de la pression sonore Q, cette dernière étant *supposée* être la même dans la veine et au voisinage immédiat de celle-ci.

a. La mesure du courant microphonique redressé a donné, le microphone étant placé :

à proximité de la veine........	$Q = 0,25$ barye
dans la veine.................	$R = 4$ baryes

La pression de fluctuation P serait donc de 3,75 baryes, soit 1,5 pour 100 de la pression dynamique dans la veine.

b. L'étude spectrale de la pression P, étude réalisée en faisant battre le courant pro-

(1) Les procédés fondés sur la détermination de nombres de Reynolds critiques, correspondant au passage d'un régime de forte résistance à l'avancement d'un obstacle à un régime de moindre résistance, non seulement n'offrent aucune souplesse, mais encore présupposent entre la turbulence, non définie d'ailleurs, et les valeurs critiques une relation qui serait précisément à démontrer.

duit par le microphone avec celui provenant d'un générateur à lampes de fréquence réglable, a mis en évidence une fréquence 180 (correspondant au passage des sillages des huit pales du ventilateur tournant à 1350 tours par minute).

La difficulté principale de la méthode réside dans la mise au point d'un détecteur de fluctuations répondant correctement à toutes les fréquences d'un intervalle dont la limite supérieure doit sans doute dépasser $500\,s^{-1}$ et dont la limite inférieure est appelée à descendre jusqu'à une valeur de l'ordre de $10\,s^{-1}$. Or les microphones courants perdent toute sensibilité pour les fréquences inférieures à 20. Toutefois la difficulté n'est pas dirimante : les appareils à fil chaud permettent d'explorer à peu près correctement le domaine des fréquences inférieures à 50; d'autre part les fluctuations à longue période sont trop souvent imputables à une oscillation en masse de la veine d'air, donc à une conception défectueuse de la soufflerie.

Les détails sur ces essais et leurs développements seront publiés ailleurs.

ASTROPHYSIQUE. — *Analyse et interprétation du spectre nébulaire de Nova Herculis*. Note ([1]) de Mlle **Marie Bloch** et M. **Jean Dufay**, présentée par M. Charles Fabry.

1. Pour caractériser le spectre nébulaire de Nova Herculis à un stade bien défini de sa lente évolution, nous choisissons une série de clichés obtenus du 18 octobre au 14 novembre 1935 avec l'un de nos prisme-objectifs (prisme en flint de 60°, objectif de 60^{mm} de diamètre et 210^{mm} de focale; dispersion moyenne 110 Å par millimètre H_γ et H_ζ). Ils montrent un spectre continu très faible et une soixantaine de raies brillantes dont nous donnerons ailleurs la liste détaillée.

2. Les raies *permises* appartiennent à H I, He I, He II, O II, N II, C II, O III, N III, et probablement C III. Voici les plus caractéristiques d'entre elles :

H I. Toutes les raies de H_α à H_γ (3734 Å); intenses de H_α à H_δ.

He I. 4713, 4472, 4388, 4144, 4121 (4026 superposée à une raie de He II, 3889 à H_ζ); toutes faibles.

He II. 4686 intense, 4541, 4200.

O II. 4705, 4596, 4591, 4320 et 4317, toutes très faibles. Le groupe caractéristique 4069-4079 est masqué par les raies de [S II].

([1]) Séance du 23 décembre 1935.

N II. 4788, 4631, 4621, 4614, 4607, 4447, 4241, 4043, 4035, 3995; toutes très faibles.

C II. 4267, assez forte.

O III. 3760.

N III. 4640, très intense; 4634, intense; 4097 mal séparée de H_δ.

C III?. 4188, faible.

On remarque que les principales raies de N II et O II sont *toutes* visibles, mais très faibles. Au contraire, on n'observe que *certaines* raies de N III, mais avec une très grande intensité. La raie 4379, aussi forte que 4640 au laboratoire, est absente ou très faible. De même 3760 est la seule raie observée de O III.

3. Nous identifions d'autre part à des raies *interdites* les radiations suivantes, parmi lesquelles se trouvent les plus brillantes du spectre.

Les longueurs d'onde, calculées avec la tolérance admissible, sont empruntées à une liste de Bowen ([1]).

Observées.		Calculées.		Origine.		
5755	(15)	5755,0±	1	N II	$^1D-^1S$	(*a*)
6300	(2)	6300,2±	0,2	O I	$^3P_2-^1D$	(*b*)
6364	(1)	6363,9±	0,2	O I	$^3P_1-^1D$	
3727	(3)	3726,2±	1	O II	$^4S-^2D_{1\frac{1}{2}}$	
		3729,1±	1	O II	$^4S-^2D_{2\frac{1}{2}}$	
4364	(60)	4363,2±	1	O III	$^1D-^1S$	
4958	(60)	4959,5±	2	O III	$^3P_1-^1D$	
5006	(100)	5007,6±	2	O III	$^3P_2-^1D$	
3869	(14)	3752	±200	Ne III	$^3P_2-^1D$	(*c*)
4071	(12)	4068,5±	2	S II	$^4S-^2P_{1\frac{1}{2}}$	
4075		4076,5±	2	S II	$^4S-^2P_{\frac{1}{2}}$	

a. Les deux autres raies de [N II] ne peuvent être, sur nos clichés, séparées de H_α.

b. Très intenses précédemment. La raie 5577,3 des aurores a disparu la première.

c. Observée à 3868,7 dans certaines nébuleuses et caractérisée, dans celles-ci, par sa différence de fréquence avec 3967,5, que nous ne pouvons séparer de H_ε.

Une raie faible observée à 4726 pourrait appartenir à [Ne IV] $\left(^2D_{1\frac{1}{2}}-{}^2P_{\frac{1}{2}}\right)$; une autre à 4059 pourrait appartenir à [F IV] $(^3P_2-^1D)$.

4. L'origine de quelques autres radiations reste incertaine. Nous citerons parmi elles la raie 4656, observée à 4658,2 dans Nova Pictoris et

([1]) I. S. Bowen, *Astrophysical Journal*, 81, 1935, p. 1.

dans la nébuleuse d'Orion et la raie 4603 attribuée à N V par Vorontsov-Velyaminov (¹).

5. Bien que montrant un plus grand nombre de raies, le spectre précédent s'apparente étroitement à celui des nébuleuses planétaires. On y observe la même prédominence de certaines raies *interdites*, la même sélection de raies *permises* de O III et N III. Le mécanisme de l'excitation dans les nébuleuses planétaires, récemment précisé par Bowen (²), paraît ainsi s'appliquer exactement au cas de Nova Herculis.

a. Ionisés par les radiations de très courtes longueurs d'onde du spectre continu, certains atomes émettent, lorsqu'ils récupèrent un électron, soit les raies observées, soit des raies ultraviolettes capables d'ioniser à leur tour ou d'exciter d'autres atomes. On s'explique ainsi l'émission des raies *permises* de H I, He I, He II, N II, O II, C II.

b. La raie de résonance de He II, 303,780 Å, coïncide presque exactement avec la raie 303,799 de O III ($s^2p^{2\,3}P_2 - s^2p3\,d^3P_2$). Des atomes O III sont portés au niveau $s^2p3\,d^3\,P_2$ en absorbant la raie 303,780. A partir de ce niveau, ils ne peuvent émettre qu'un nombre limité de raies parmi lesquelles seule 3759,9 se trouve dans la région spectrale étudiée. Le retour au niveau $s^2p^{2\,3}P_2$ s'achève par l'émission de la raie 374,436 qui diffère encore très peu de la raie 374,442 de N III $\left(s^2p^2\,P_{1\frac{1}{2}} - s^2 3\,d^2\,D_{2\frac{1}{2}}\right)$. Cette nouvelle coïncidence explique par un mécanisme semblable la sélection des raies de N III.

c. Enfin, les électrons secondaires, arrachés par les radiations ultraviolettes, sont capables de porter certains atomes à des niveaux métastables, d'où, par suite de la rareté des chocs, ils retombent en émettant des raies *interdites*.

Toute l'énergie provient, en définitive, du spectre continu. Or nous trouvons, par comparaison aux étoiles voisines, que la magnitude *correspondant au spectre continu* était environ 9,5 lorsque la *magnitude globale* de la Nova atteignait à peu près 7,0. Le spectre continu émettrait donc la plus grande part de son énergie dans l'ultraviolet lointain.

(¹) *Sternberg State Astronomical Institute at Moskow* (*Card* n° 4, 11 juin 1935).

(²) I. S. Bowen, *loc. cit.*

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Sur les relations géométriques que présentent les particules matérielles.* Note de M. **Émile Sevin**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Il est bien connu que, si l'on désigne par h la constante de Planck, c la vitesse de la lumière et e la charge électrique d'une particule matérielle, l'expression $hc/2\pi e^2$ représente un nombre auquel les physiciens ont été conduits à attribuer la valeur 137. M. Sandré ayant attiré notre attention sur quelques propriétés de ce nombre, nous avons été amené à en faire une étude approfondie et à reconnaître que, eu égard à sa grandeur, il était le plus remarquable de tous ceux qui se présentaient dans l'ordre naturel : 137 est un nombre premier; la fraction 1/137 convertie en fraction décimale s'écrit 0,0072992700729927..., et l'on voit que l'on ne trouve, à la période, que six chiffres significatifs, d'ailleurs disposés symétriquement; 137 est aussi la somme des carrés de deux nombres entiers, 4^2+11^2, et multiplié par un autre nombre premier 73, qui est lui-même la somme des carrés de deux nombres entiers, 3^2+8^2, il donne un produit qui constitue encore une telle somme,

$$(1) \qquad 137\times 73=(4^2+11^2)(3^2+8^2)=10001=(1^2+100^2).$$

Enfin, ρ et ρ' étant respectivement le rayon classique de l'électron et celui du proton, le quotient ρ/ρ', qui vaut 1849,5 (¹), fait apparaître le rapport simple 3/2 avec une nouvelle somme de carrés de nombres entiers,

$$\frac{\rho}{\rho'}=1849,5=\frac{27}{2}\,137=\frac{3}{2}(12^2+33^2).$$

Écrivons maintenant l'expression du rayon r du neutron correspondant à ses divers états énergétiques :

$$r=n\frac{3}{2}\rho\sqrt{\frac{2}{137}};$$

et l'on sait que, dans cette expression, n est un nombre entier, qui est égal à l'unité pour l'état rencontré par M. Chadwick et qui prend la valeur 2 pour celui qui s'est manifesté à M. et Mme Joliot (²). Or, en tenant compte

(¹) *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 939.
(²) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2072.

de l'identité (1), on peut poser

$$r = n\frac{3}{2}\rho\sqrt{\frac{2}{137}} = n\,3\rho\sqrt{\frac{73}{2\times 10001}} = n\,3\rho\sqrt{\frac{3^2+8^2}{2\times 10001}},$$

ou, en acceptant une approximation de 1/20000 et en remplaçant en conséquence 10001 par 10000,

$$r = n\frac{3}{10}\rho\sqrt{\frac{1}{2}\left[\left(\frac{3}{10}\right)^2+\left(\frac{8}{10}\right)^2\right]}.$$

Il s'ensuit que l'on peut déterminer géométriquement le rayon du neutron à partir de celui de l'électron : il suffit pour cela de construire un triangle rectangle, dont les côtés encadrant l'angle droit mesurent 3/10 et 8/10 de ρ, puis de figurer un triangle rectangle isoscèle ayant même hypoténuse que le premier ; le rayon du neutron est représenté par les $3n/10$ des petits côtés du second triangle.

Mais le rayon du neutron peut encore être construit, et cette fois de façon rigoureuse, en recourant, d'une part au rayon du proton, d'autre part simultanément au rayon de l'électron et à celui du proton. En effet,

$$r = n\frac{3}{2}\rho\sqrt{\frac{2}{137}} = n\frac{3}{2}\frac{27}{2}137\rho'\sqrt{\frac{2}{137}} = 9n\frac{9}{2}\rho'\sqrt{\frac{137}{2}} = 9n\frac{9}{2}\rho'\sqrt{\frac{1}{2}(4^2+11^2)},$$

d'où une solution analogue à celle que nous avons indiquée plus haut. Puis

$$r = n\frac{3}{2}\rho\sqrt{\frac{2}{137}} = 3n\frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{3\rho\,3\rho'};$$

cette dernière formule prouve que ρ et ρ' concourent symétriquement à fixer la dimension de r et que cette dimension résulte du tracé d'un triangle rectangle et d'un triangle équilatéral.

L'étude des phénomènes quantifiés a montré que ceux-ci faisaient intervenir une grandeur que les physiciens connaissent bien, qu'ils ont appelée longueur d'onde de Compton et qu'ils ont représentée par une expression un peu compliquée, h/m_0c, où m_0 désigne la masse au repos de la particule qui se manifeste. L'intervention de cette longueur d'onde aurait pu guider dans la recherche de la cause même de la quantification : on aurait reconnu qu'il suffisait d'attribuer, aux particules telles qu'elles se présentent d'après leur conception classique, la simple propriété de pouvoir vibrer avec une période propre bien déterminée τ_0 pour qu'il fût possible de donner une description complète des phénomènes en cause. En fait la longueur d'onde

de Compton n'est autre que $c\tau_0$ et si l'on considère un électron, en tenant compte des formules $m_0 c^2 = 2e^2/3\rho$ et $hc/2\pi e^2 = 137$, il vient :

$$c\tau_0 = \frac{h}{m_0 c} = \frac{3}{2}\frac{hc}{e^2}\rho = \frac{3}{2}\frac{hc}{2\pi e^2} 2\pi\rho = \frac{3}{2} 137 \times 2\pi\rho,$$

ou, en introduisant la longueur d'onde de Compton $c\tau'_0$ relative au proton, laquelle vaut $2c\tau_0/27 \times 137$,

$$9c\tau'_0 = 2\pi\rho;$$

et l'on trouve de façon analogue :

$$c\tau'_0 = \frac{3}{2} 137 \times 2\pi\rho', \qquad c\tau_0 = \left(\frac{9 \times 137}{2}\right)^2 2\pi\rho'.$$

Ces relations sont remarquables parce que le nombre π s'y rencontre à côté de nombres entiers et que $c\tau_0$, $c\tau'_0$, ρ et ρ' sont des longueurs qui sont dirigées suivant des lignes droites. Il apparaît ainsi que, dans leur essence, les particules présentent des éléments qui, de quatre manières différentes, permettent d'effectuer la quadrature du cercle; la nature semble se jouer des difficultés de la géométrie.

PHYSIQUE. — *Sur l'enregistrement de la position d'équilibre du fléau d'une microbalance par un procédé à haute fréquence.* Note [1] de M. **Paul Santo Rini**, présentée par M. Maurice de Broglie.

Le principe de l'étude d'un mouvement vibratoire exposé dans une de mes Notes précédentes [2] a pu être appliqué avec succès pour l'enregistrement photographique des plus minuscules déviations du fléau d'une microbalance à l'aide d'une lame métallique *a* qui lui est solidaire, faisant face à deux autres lames *b*, *c* semi-circulaires, isolées l'une de l'autre, le tout formant un double condensateur C_e à armatures intérieures court-circuitées, permettant l'étude des mouvements du fléau, sans qu'on ait à connecter celui-ci, par un fil une source de courant électrique [3].

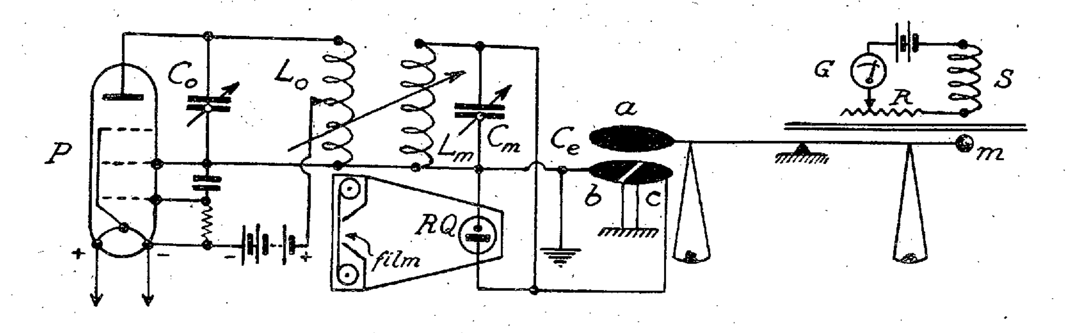
C_e est le condensateur-explorateur d'un absorbomicromètre dont les deux circuits oscillants $C_0 L_0$ (alimenté par la penthode P) et $C_m C_e L_m$ (circuit d'absorption) sont réglés pour une résonance presque parfaite.

---

(1) Séance du 23 décembre 1935.
(2) Santo Rini, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 955.
(3) Whiddington, *Phil. Mag.*, **49**, 1923, p. 113.

Parallèlement à C_e est branché un résonateur à quartz lumineux RQ de Giebe et Scheibe qui a la propriété de rendre lumineuse son atmosphère ambiante composée de He et de Ne à basse pression, aussitôt que la fréquence électrique qui lui est transmise coïncide, à un dix-millième près, avec la fréquence de résonance mécanique propre de la cellule de quartz.

Ayant observé que l'éclat lumineux de RQ était, à couplage lâche mais constant, proportionnel à la résonance des deux circuits oscillants de l'absorbomicromètre, j'ai construit un appareil enregistreur de l'éclat lumineux de RQ sur une bande de pellicule photographique, dont l'inten-



sité du noircissement après développement est fonction de la capacité de C_e, partant de la position momentanée du fléau de la balance dans son plan d'oscillations.

Or une étude, poussée du comportement du fléau sous la puissante amplification en jeu, a entièrement confirmé l'observation de Whiddington, que le fléau, probablement en raison des microséismes ou autres causes de perturbations pratiquement impossibles à éliminer complètement, oscillait perpétuellement autour d'une position théorique d'équilibre, sans jamais atteindre l'immobilité absolue, phénomène qui détermina en son temps l'abandon des expériences à l'aide de son ultramicromètre (*loc. cit.*, p. 121).

Mais en l'occurence, cette mobilité perpétuelle du fléau autour de sa position d'équilibre est précisément le phénomène qui, en quelque sorte, sauve la situation, car, en effet, si l'immobilisation absolue du fléau était possible, elle n'eût pu être atteinte que de deux manières : après la dernière ascension ou bien après la dernière descente de l'une des extrémités du fléau. Or, en raison des divers frottements, toujours présents là où il y a mouvement, ces deux positions d'équilibre fictif pourraient bien ne pas être identiques et l'on risquerait, en pratique, de comparer entre elles deux

pesées dont les arrêts respectifs signalés ne se seraient pas faits lors du dernier mouvement du fléau dans le même sens.

Ces microoscillations du fléau, sensiblement d'amplitudes constantes, sont, au contraire, en ceci favorables, que le phénomène du frottement d'arrêt joue ici évidemment dans les deux sens, laissant, à l'enregistrement du mouvement, nettement ressortir la position médiane cherchée.

Ceci posé, deux procédés différents d'enregistrement sont concevables avec l'appareillage de la méthode présente : l'un à pellicule fixe et l'autre à pellicule se déroulant à vitesse constante. Dans les deux cas, l'interprétation des résultats se fait au photomètre sur le film développé dans une cuve automatique.

Dans le premier cas, qui est le seul dont je parlerai dans cette Note, la pellicule fixe est exposée pendant une durée T suffisamment longue, aux variations d'intensité lumineuse du résonateur à quartz : il se produit donc sur la surface sensible, par une sorte d'intégration photochimique latente, une empreinte latente d'intensité déterminée et caractéristique de la position initiale d'équilibre du fléau.

Supposons maintenant le fléau oscillant autour d'une nouvelle position d'équilibre : en exposant une nouvelle portion de la même bande de pellicule pendant une durée de nouveau rigoureusement égale à T, on obtient, après développement commun, une intensité de noircissement différente de la première, et ainsi de suite.

Si, sur la même bande de pellicule, on reproduit, avant et après les différentes pesées, et toujours d'après le même procédé, les positions d'équilibre pour une série échelonnée de charges de tarage, produites par la variation de l'attraction sur une masse métallique *m* à travers le boîtier de la balance, par un solénoïde S parcouru par du courant continu d'intensité réglée par la résistance R et lue sur le galvanomètre G [1], il est facile, par l'étude des noircissements à l'aide d'une cellule photoélectrique, d'établir, par interpolation, les valeurs des déviations du fléau par rapport à sa position d'équilibre initiale, c'est-à-dire les résultats cherchés des pesées.

---

[1] ANGSTRÖM, *Oefversigt af Kongl. Vetenskaps Akad.*, *Forhandl*, 1895, n° 9, et URBAIN, *Comptes rendus*, 154, 1912, p. 347. Toutefois, dans mon dispositif, le solénoïde est placé à l'*extérieur* et *au-dessus* du boîtier de la balance afin d'éviter une variation de la température due à l'effet Joule.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les tuyères à écoulement non isentropique.* Note (¹) de M. **Jean Villey**, présentée par M. Émile Jouguet.

Nous considérerons exclusivement des écoulements gazeux permanents, de débit en masse M, et nous envisagerons seulement les régions d'écoulement continu, en laissant de côté les discontinuités (ondes de choc, ressauts) (²). Nous admettrons enfin l'hypothèse de première approximation où l'écoulement a lieu par tranches planes homogènes perpendiculaires à l'axe de la tuyère, repérées au moyen de leur abscisse x sur cet axe. La vitesse d'écoulement V du gaz et son état physique (défini par $\rho = 1/v$, T et p) sont alors de simples fonctions de x, essentiellement positives, dont nous nous proposons de discuter les variations.

Elles sont déterminées, non seulement par les variations de section ΔS envisagées dans la théorie des tuyères isentropiques, mais aussi par les apports de chaleur q et par les décoordinations ϖ, définies ici (³) par la condition que l'énergie thermique fournie au gaz par ces deux processus, pendant l'unité de temps, entre les sections x et $x + dx$, soit égale à

$$Mq(x)\,dx + M\varpi(x)\,dx.$$

Prenant le cas particulier d'une tuyère de révolution, et désignant par α la pente de la méridienne par rapport à l'axe, nous pourrons écrire $S = \pi r^2$ et $dS/S = 2\alpha/r\,dx$.

On obtient des résultats assez simples dans les calculs relatifs aux gaz parfaits, que nous envisagerons seuls ici.

Les équations de base du problème sont alors :

(1) $$\frac{d\rho}{\rho} + \frac{dS}{S} + \frac{dV}{V} = 0$$ (équation de continuité)

(2) $$\frac{dp}{p} = \frac{d\rho}{\rho} + \frac{dT}{T}$$ (équation des gaz parfaits)

(3) $$q(x)\,dx - d(pv) = dU + V\,dV$$

(équation de la conservation de l'énergie écrite pour l'unité de masse).

(¹) Séance du 23 décembre 1935.

(²) Cf. Prandtl, V. D. I, 48, 1904, p. 348; Jouguet, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 141; Roy, *Ass. techn. Mar. et Aér.*, 1932, p. 759.

(³) Mq est, au signe près, le coefficient f de M. Jouguet; et $\frac{\varpi}{V^2}$ correspond à son coefficient ζ.

On tient compte de $dU = q(x)\,dx + \varpi(x)\,dx - p\,dv$, et de $U = cT$ et $U + pv = CT$, avec $C = \gamma c$; et l'on pose $V^2 = k\mathcal{V}^2$, en représentant par $\mathcal{V}$ la célérité du son (¹). On tire alors de là les équations suivantes, qui caractérisent les variations de proche en proche des quatre fonctions étudiées :

$$\frac{dV}{V\,dx} = -\frac{1}{1-k}\,\frac{2\alpha}{r} + k\,\frac{\gamma-1}{1-k}\,\frac{q}{V^2} + \frac{k\gamma}{1-k}\,\frac{\varpi}{V^2}, \tag{4}$$

$$\frac{d\rho}{\rho\,dx} = \frac{k}{1-k}\,\frac{2\alpha}{r} - k\,\frac{\gamma-1}{1-k}\,\frac{q}{V^2} - \frac{k\gamma}{1-k}\,\frac{\varpi}{V^2}, \tag{5}$$

$$\frac{dT}{T\,dx} = k\,\frac{\gamma-1}{1-k}\,\frac{2\alpha}{r} + k\,\frac{\gamma-1}{1-k}(1-k\gamma)\,\frac{q}{V^2} - k^2\gamma\,\frac{\gamma-1}{1-k}\,\frac{\varpi}{V^2}, \tag{6}$$

$$\frac{dp}{p\,dx} = \frac{k\gamma}{1-k}\,\frac{2\alpha}{r} - k^2\gamma\,\frac{\gamma-1}{1-k}\,\frac{q}{V^2} - \gamma k\,\frac{1+k(\gamma-1)}{1-k}\,\frac{\varpi}{V^2}. \tag{7}$$

Le tableau des relations de signe entre chacun des trois termes de dV, $d\rho$, dT, dp (pour $dx > 0$), et les facteurs d'action correspondants α, q, ϖ, se décompose en trois tableaux suivant les valeurs de k. Le signe + y indique que les deux grandeurs en correspondance sont de même signe, et le signe — indique le résultat inverse. Il est à noter que α (positif pour un divergent, et négatif pour un convergent) et q sont susceptibles des deux signes, tandis que ϖ est essentiellement positif. On obtient, en remarquant que $(\gamma - 1)$ est toujours positif :

k	0.			$\frac{1}{\gamma}$.			1.		+∞.
V	0.			$\sqrt{\frac{1}{\gamma}}\,\mathcal{V}$.			$\mathcal{V}$.		lim. max.
dV	−	+	+	−	+	+	+	−	−
$d\rho$	+	−	−	+	−	−	−	+	+
dT	+	+	−	+	−	−	−	+	+
dp	+	−	−	+	−	−	−	+	+
	α	q	ϖ	α	q	ϖ	α	q	ϖ

(¹) On notera que la relation $\mathcal{V}^2 = \frac{dp}{d\rho}$ n'est plus applicable ici, où dp et $d\rho$ représentent des variations simultanées non isentropiques.

En faisant $q = w = 0$, on retrouve les résultats classiques relatifs aux tuyères isentropiques. Mais ce tableau permet de discuter tous autres cas particuliers, par exemple les écoulements dans les conduites cylindriques ($\alpha = 0$), où les résultats apparaissent parfois plus paradoxaux parce que l'on est moins habitué à les énoncer : On notera par exemple l'inversion de l'effet thermique d'un apport de chaleur, lorsque la vitesse d'écoulement est comprise entre $\sqrt{1/\gamma}$, $\mathcal{V}$ et $\mathcal{V}$; elle a déjà été signalée par M. Jouguet (1).

Les équations (4) à (7) permettent de discuter les profils à donner aux tuyères avec apport de chaleur.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur une nouvelle méthode d'obtention de surfaces métalliques parfaitement polies.* Note de M. **Pierre Jacquet**, présentée par M. Georges Urbain.

Le polissage des surfaces métalliques se réalise mécaniquement en frottant le métal avec des abrasifs de finesse croissante, par exemple depuis le papier émeri grossier jusqu'à la suspension d'alumine la plus fine.

Cette technique ne permet pas d'obtenir facilement des surfaces privées de rayures, comme il est facile de le constater au microscope à un grossissement suffisant (*fig.* 1). D'autre part on sait que le polissage mécanique a pour effet de produire une couche superficielle très mince dont la structure, différente de celle du métal sous-jacent, est encore discutée (2).

Ces difficultés m'ont incité à étudier un procédé qui permette d'obtenir rapidement une surface lisse et brillante. De très bons résultats ont été obtenus dans le cas du cuivre et de certains de ses alliages, en attaquant anodiquement le métal dans une solution aqueuse concentrée d'acide ortho ou pyrophosphorique (3), entre des limites de voltage et d'intensité parfaitement définies.

J'ai indiqué (4) les premiers résultats obtenus à forte intensité (45 à 100 ampères/dm^2) sur des échantillons de faible dimension. L'emploi d'intensités aussi élevées n'est pas indispensable et la technique finalement adoptée peut se résumer comme suit :

(1) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 213.

(2) Voir par exemple *Trans. of the Faraday Soc.*, **31**, 1935, p. 1102-1107.

(3) Quelle que soit sa concentration une solution aqueuse d'acide métaphosphorique ne fournit aucun résultat satisfaisant.

(4) *Nature*, **135**, 1935, p. 1076.

Le métal à polir, constituant l'anode, est immergé dans une solution aqueuse renfermant au moins 400g de P^4OH^3 ou $P^2O^7H^4$ par litre et maintenue à 15-25°C. La cathode est une lame de cuivre de surface supérieure à celle de l'anode; un voltmètre sensible permet de mesurer la différence de potentiel entre ces deux électrodes. Le circuit électrique comporte en outre un ampèremètre et une résistance montée en potentiomètre.

La courbe intensité-voltage que l'on obtient, en diminuant lentement et régulièrement la valeur de la résistance est schématisée figure 2. Suivant la branche BC, l'anode

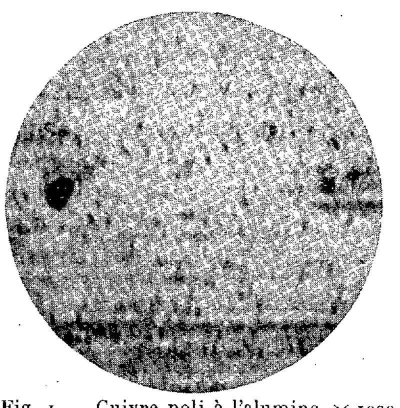


Fig. 1. — Cuivre poli à l'alumine. × 1000.

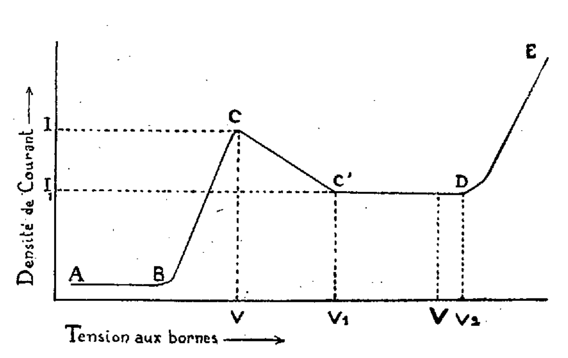


Fig. 2.

se dissout normalement en restant mate. Lorsque l'intensité atteint la valeur I, la tension aux bornes augmente brusquement de V à V_1 en même temps que l'intensité tombe à I_1 (branche CC'). La branche C'D correspond à une intensité pratiquement constante tandis que la tension continue à croître jusqu'à la valeur V_2; c'est dans cette région que la surface anodique devient lisse et brillante. A partir du point D, l'intensité croît rapidement et l'on constate à l'anode l'apparition de bulles gazeuses. Ce dégagement devient de plus en plus important à mesure que l'intensité croît; la surface du cuivre est toujours brillante, mais elle présente de nombreux petits points en relief correspondant aux bulles restées adhérentes. Si l'intensité est suffisamment élevée, ces bulles se dégagent très rapidement et la surface anodique devient lisse de nouveau. Le polissage anodique à la plus faible intensité possible s'obtient donc dans les conditions de tension et de densité de courant correspondant à la branche C'D.

Pratiquement on effectue l'attaque anodique à une tension **V** voisine de la tension V_2 correspondant au dégagement gazeux (par exemple 1,900 volts si ce dégagement apparaît à 2,100 volts). La valeur de **V** dépend de la concentration de la solution, du rapport des surfaces anodique et cathodique et de la distance qui sépare ces électrodes. La densité de courant qui correspond à **V** est fonction de la concentration de la solu-

tion et surtout de la position de l'anode; par exemple dans une solution renfermant 530^g de PO^4H^3 par litre l'une des faces de l'anode verticale (lame de cuivre mince, dont l'autre face est isolée avec un vernis) devient

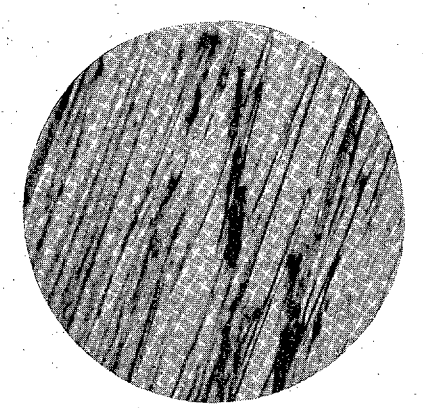


Fig. 3. — Cuivre poli au papier émeri 00000. × 1000.

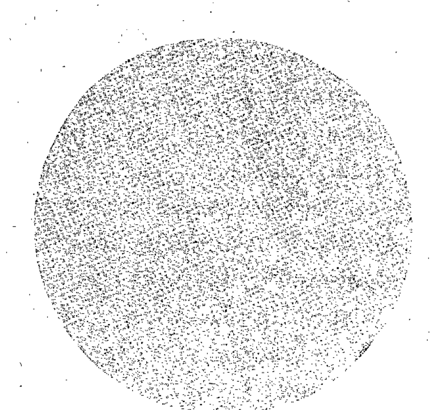


Fig. 4. — Cuivre poli par le procédé électrolytique. × 1200.

lisse et brillante sous une intensité de 10 ampères/dm^2 tandis qu'il suffit de 6 ampères/dm^2 pour polir la même face disposée horizontalement sous la cathode.

Pour obtenir de très bons résultats il faut, non seulement ne pas atteindre la valeur V_2 de la tension correspondant à l'apparition du dégagement gazeux, mais aussi utiliser des solutions filtrées et éliminer, avant passage du courant, les fines bulles gazeuses qui apparaissent quelquefois sur le métal dès son immersion.

La figure 3 représente au grossissement 1000 une surface de cuivre électrolytique polie au papier émeri n° 05; la figure 4 représente la même surface après traitement anodique de 15 minutes.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les relations entre les constantes électrochimiques, le spectre infrarouge, et les propriétés réactionnelles.* Note [1] de M. **Fred Vlès**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

Nous avons montré [2] que l'on peut établir théoriquement une relation simple entre diverses constantes électrochimiques pK d'électrolytes équi-

---

(1) Séance du 9 décembre 1935.
(2) F. Vlès, *Compte rendus*, 200, 1935, p. 545.

librés et des bandes d'absorption λ^{μ} infrarouges : $\lambda . pK = const. = 21,2$ (à 20°). Des essais de vérifications expérimentales commencent déjà à apporter des exemples de bon accord avec le calcul [1]. Une telle sorte de correspondance entre les données d'une loi de masses (et par conséquent aussi les caractéristiques de la cinétique d'une réaction) et des éléments spectraux, incite à se demander si l'on ne pourrait pas pousser plus loin le raisonnement, et analyser plus profondément le mécanisme de la réaction physicochimique en jeu. En effet il n'est pas impossible, dans la plupart des cas, de raccorder d'autre part la bande d'absorption ainsi désignée à un substratum moléculaire ou atomique déjà connu : il est facile, à partir de documents classiques [comme les tables de Coblentz [2] par exemple] et des termes de séries que l'on peut calculer d'après ceux-ci, de déterminer *a priori* quels sont les éléments de la molécule qui doivent supporter cette bande; dans ces conditions il paraît simple de supposer que *c'est le groupement moléculaire mis en évidence de cette façon qui a été intéressé comme élément actif dans la réaction chimique corrélative de la constante* pK.

Divers exemples peuvent montrer, sur des cas connus, que les choses semblent bien se passer ainsi en première approximation. Ainsi l'*acide benzoïque*, dont le pK dans l'échelle des pH est 4,19 [3], est relié d'après l'expression initiale à une bande $\lambda = 5^{\mu},0(8)$; or les données spectrales indiquent d'autre part qu'il existe à $\lambda\, 4^{\mu},9$ (c'est-à-dire en coïncidence, à la précision près des diverses mesures) une bande supportée par un groupement $>C=O$, signalétique du carboxyle $-C\langle^{O}_{OH}$ qui va réagir dans l'échelle des pH. L'*aniline* a un $pK = 4,80$ (en pH), ce qui correspond à $\lambda 4^{\mu},4$. Or nous trouvons une bande $\lambda 4^{\mu},3$ signalétique de $N^{\equiv}$: c'est bien par son groupement aminé que l'aniline intervient dans l'échelle des pH. L'*acide anthranilique*, ampholyte, a une fonction acide à $pK_a = 4,95$ (soit $\lambda 4^{\mu},28$) et une fonction basique à $pK_b = 2,10$ ($\lambda 10^{\mu},1$); or il existe une bande de $>C=O$ à $4^{\mu},3$, signalétique du carboxyle, et une de $N^{\equiv}$ à $10^{\mu},0$ signalétique de l'amine; d'ailleurs le point isoélectrique $pH_i = 3,5$ ($\lambda 6^{\mu},0$) coïncide avec une bande commune à $>CO$ et à $N^{\equiv}$. La demi-réduction du

(1) F. Vlès, *Arch. Phys. biol.*, **12**, II, 1935, p. 57-73; F. Vlès et Heintz, *Comptes rendus*, **200**, 1935, 1927; E. Heintz, *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 1478.

(2) Coblentz, *Infra-red Spectra* (*Carnegie Inst. Washington*, **35**, 1905, p. 1.

(3) Scudder, *Conductivity and ionisation constants.* New-York, 1914.

bleu de méthylène se fait, à pH 6,7, pour un rH de 14,4, c'est-à-dire $\lambda\, 1^{\mu},5$. On sait que, d'après les données actuelles [1] sur la structure du bleu de méthylène, la réduction de celui-ci a pour principal effet de transformer, dans un groupement $= N\begin{smallmatrix}\nearrow (CH^3)^2 \\ \searrow Cl\end{smallmatrix}$, le $-N^{\equiv}$ en $-N^{=}$. Or nous trouvons bien dans l'infrarouge une bande à $1^{\mu},52$ supportée par un $-N^{\equiv}$.

On pourrait enfin chercher des exemples plus médiats du côté de réactions diastasiques. Ainsi la courbe de décomposition de l'*urée* par l'uréase [2] en fonction du pH permet, si on l'assimile à une courbe de dissociation (Michaëlis) [3], de calculer deux constantes déterminées par la demi-décomposition, l'une $pK_1 = 6,9$, l'autre $pK_2 = 8,0$. La première nous donne une bande $\lambda_1 = 3^{\mu},08$, coïncidant avec une bande 3,0 de $N^{=}$; la seconde $\lambda_2 = 2^{\mu},65$, coïncidant avec une bande $2^{\mu},7$ de $-N^{\equiv}$. Or la formule cyclique de Werner pour l'urée comporte effectivement les deux formes de l'azote. De même la scission du *saccharose* par une saccharase (Michaëlis) a sa demi-réaction à pH 6,5, soit pour $\lambda\, 3^{\mu},3$, correspondant à un groupement $>C = O$; on sait que l'attaque fermentaire porte sur la liaison développée aux dépens de la fonction aldéhydique du glucose.

Quelles que soient les limites d'approximations auxquelles conduira par la suite l'interrelation que nous signalons ici, elle apporte un complément significatif aux données fournies par le calcul de l'expression initiale, en nous précisant comment la valeur du pK dépend de la nature chimique de la valeur en jeu; il semble aussi qu'inversement elle puisse nous offrir une méthode pour aider à l'interprétation de certaines réactions chimiques encore mal définies.

---

(1) M. Clark, B. Cohen, H. Gibbs, *U. S. Public Health Reports*, n° 23, vol. 40, 1925.
(2) Valeurs de Barendrecht, *Bull. Soc. chim. Fr.*, 64, 1919, p. 1406.
(3) Michaëlis, *Bioch. Z.*, 35, 1911, p. 386.

SPECTROSCOPIE. — *Spectre infrarouge d'acides aminés et de polypeptides.* Note (¹) de M. **Erwin Heintz**, présentée par M. Arsène d'Arsonval.

A la suite de nos recherches sur les spectres d'absorption infrarouge des substances protéiques (²) nous avons examiné les spectres infrarouges de divers acides aminés et de quelques polypeptides.

1. *Technique.* — La technique spectrale a déjà été décrite dans la Note précédente. Les substances ont été étudiées soit en solutions aqueuses, pH réalisés par HCl ou NaOH, dans une cuvette de 4/100ᵉ de millimètre d'épaisseur, ou à l'état de lames desséchées sur lame de mica. Les mesures ont été faites de 1/10ᵉ à 1/10ᵉ de μ. La précision des mesures est de l'ordre de 3 pour 100. Il est à noter que quelques lames sèches ont présenté leurs substances sous une forme pulvérulente cristalline, de sorte qu'il est intervenu un phénomène de diffusion intérieure particulièrement sensible aux petites longueurs d'ondes et décalant l'absorption; dans ce cas les bandes d'absorption ne sont évidemment plus que qualitatives (³).

Les acides aminés ont été : glycocolle, *d-l*-alanine, *l*-cystine, cystéine (chlorhydrate), *l*-leucine, acide *d*-glutamique, *d*-arginine (carbonate), *d-l*-proline, tyrosine, *l*-histidine (monochlorhydrate), phénylalanine; les polypeptides : deux peptones peu riches en albumoses (peptone de soie Hoffmann-Laroche; peptone Witte Ciba); une peptone très riche en albumose (Merk); une albumose de caséine (Siegfried) (⁴).

2. *Constitution générale des spectres.* — Comme pour les substances protéiques on peut classer les bandes en trois régions :

1° Région A, depuis le visible jusqu'à 3μ. Dans cette région les substances sont très transparentes et les bandes sont faibles, de l'ordre des bandes de l'eau (les lames sèches sont souvent moins transparentes dans cette région à cause de leur non-homogénéité). 2° Région B, de 3μ à 6μ. Les bandes sont plus prononcées, fortes bandes entre 3μ et 3μ,50 (bande du

---

(¹) Séance du 23 décembre 1935.

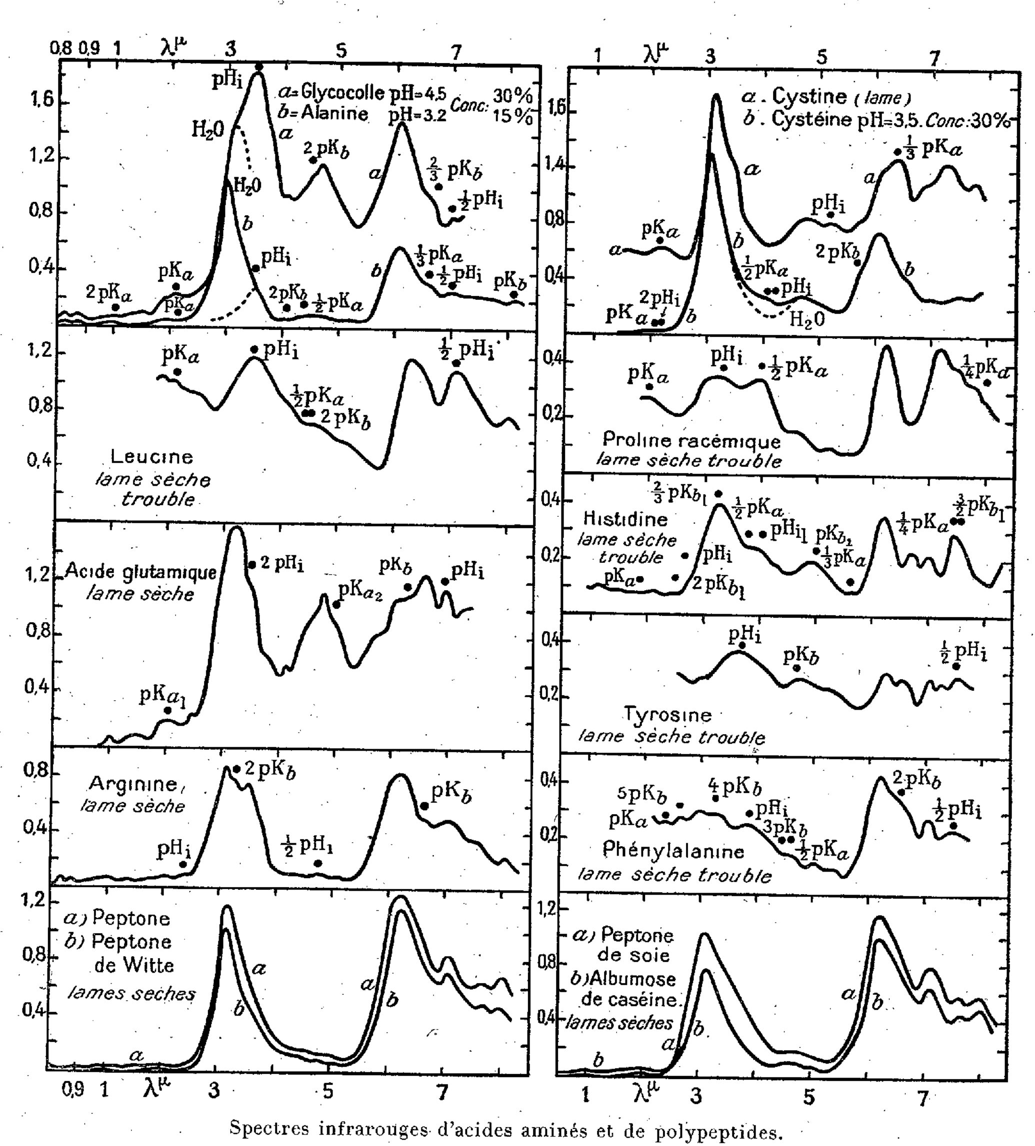
(²) F. Vlès et E. Heintz, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1927.

(³) Ces spectres sont marqués *troubles* sur la figure.

(⁴) Échantillons étudiés par F. Vlès et A. de Coulon (*Arch. Phys. biol.*, 7, 1928, p. 4).

carbone). 3° Région C de 6 à 8^{μ}, l'absorption générale augmente et les bandes sont très fortes.

Pour tous les acides aminés, nous avons une forte bande aux environs de



Spectres infrarouges d'acides aminés et de polypeptides.

$6^{\mu},2$. Cette bande n'est pas une bande de l'eau, car elle subsiste et peut être extrêmement intense dans les lames plus ou moins desséchées. En outre tous les corps étudiés présentent une bande commune aux environs

de 7^{μ}. Les spectres des polypeptides examinés se sont montrés presque identiques entre eux.

3. *Points isoélectriques et constantes de dissociation acides et basiques.* — Comme pour les substances protéiques, nous avons pu calculer la correspondance entre les bandes d'absorption et les points isoélectriques, les pK acides et basiques (1) et leurs multiples, d'après la formule de M. F. Vlès (2). Dans tous les cas on a trouvé de bonnes correspondances aux erreurs d'expérience près.

OPTIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un spectrographe à grande ouverture applicable à l'ultraviolet.* Note de MM. **Albert Arnulf** et **Bernard Lyot**, présentée par M. Charles Fabry.

Il existe quelques modèles de spectrographes, d'ouverture supérieure à $f/1$, réalisés avec une grande perfection (3), mais au moyen de pièces optiques en verre. Leur zône de transparence ne s'étend donc pas au-dessous de 3800 Å. Ces appareils ont la forme classique, avec un objectif de chambre très ouvert qui s'apparente plus ou moins à l'objectif de microscope.

Nous avons étudié un dispositif de principe différent, qui permet d'atteindre de grandes ouvertures relatives, et qui présente en outre l'avantage de pouvoir être construit aussi facilement en quartz qu'en verre.

Cet appareil comprend les organes habituels des spectrographes, mais se différencie en ce que l'objectif de chambre est remplacé par un miroir sphérique.

Il est facile de voir que si l'on considère les faisceaux de différentes longueurs d'onde qui émergent du prisme (ou des prismes) le lieu des points de rencontre des rayons principaux de ces faisceaux avec le rayon principal P du faisceau de longueur d'onde moyenne, est un petit élément de droite, très voisin de la face d'émergence, situé à l'intérieur du prisme (ou du dernier prisme) sur le rayon P. On place le miroir M de façon que

(1) Valeurs de P. L. Kirk et C. Schmidt, *Publ. Univ. of California* (*Physiol.*), 7, vi, 1929, p. 57-69.

(2) F. Vlès, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 545.

(3) Voir *Étude de la lumière du fond du ciel nocturne* (*éditions de la Revue d'optique*); J. Cojan, *Les spectrographes à très grande ouverture relative.*

son centre vienne en coïncidence avec le milieu de cet élément de droite qui, dans le cas où l'on utilise un seul prisme, est assez court pour qu'on puisse le considérer comme un point. Dans ces conditions, les rayons principaux des faisceaux correspondant aux diverses longueurs d'onde, seront tous normaux à la surface du miroir. Si l'on suppose que la lumière tombe sur le prisme en faisceau parallèle, les images de la fente relatives à toutes les radiations seront identiquement affectées de l'aberration sphérique du miroir. Il n'y aura donc ni astigmatisme, ni coma. La surface lieu des images sera évidemment une sphère concentrique au miroir, de rayon $R/2$.

Plaçons maintenant, en un point quelconque du faisceau parallèle de lumière incidente, un système optique (que nous supposerons par exemple de puissance nulle pour les rayons marginaux) et possédant une aberration sphérique égale et de signe contraire à celle du miroir M. L'aberration sphérique sera alors supprimée pour toutes les radiations du spectre.

Ce système optique correcteur pourrait avantageusement consister en une lame plan-parallèle dont une face serait convenablement déformée, comme dans le télescope de Schmidt. Pratiquement, pour des instruments dont les lentilles ont presque toujours des ouvertures inférieures à 10^{cm}, une telle lame serait difficile à construire. Il est plus avantageux de la remplacer par un système de deux lentilles calculé de façon à présenter la surcorrection voulue.

Dans le cas où l'instrument est destiné à être utilisé avec un collimateur, on donnera à ce système un excédent de puissance positive, de sorte qu'il fonctionnera en même temps comme objectif du collimateur. Si l'instrument est en verre, il sera indiqué de constituer cet objectif de lentilles de verres différents, en corrigeant en même temps le chromatisme de façon à éviter d'incliner la plaque sensible. Dans le cas où l'on utilise le quartz, cela n'est plus possible et la plaque sera légèrement inclinée.

Nous avons réalisé un tel instrument en quartz, ouvert à $f/1$; il comprend un collimateur de 500^{mm} de foyer et 50^{mm} d'ouverture, un prisme de Cornu de dimensions convenables, un miroir de 100^{mm} de rayon, aluminé [1]. Rayon de courbure de l'image 50^{mm}. Inclinaison de la plaque, environ 15°.

Longueur du spectre de 2300 à 6500 Å...........	8^{mm}.
» de 3000 à 5500 Å...........	$2^{mm},5$.

(1) M. Dunoyer a bien voulu se charger à deux reprises de l'aluminure de nos miroirs et l'a parfaitement réussie.

Si l'on emploie une plaque plane dans l'intervalle 3000 Å-5500 Å, la flèche de l'image est de $0^{mm},015$, c'est-à-dire tout à fait acceptable.

Cet appareil a été corrigé de l'aberration sphérique pour une longueur d'onde moyenne de 2900 Å. En fait, entre les radiations 2300 Å et 4000 Å, la largeur des raies correctement posées n'excède pas $0^{mm},02$. La netteté des images diminue quand on avance dans le spectre visible, à cause de la variation chromatique de l'aberration sphérique du système correcteur. Nous avons essayé l'appareil jusqu'à la longueur d'onde 1800 Å, en huilant la couche sensible. Mais alors la perte de netteté inhérente au procédé ne permet pas de juger la qualité des images.

Cet appareil a été utilisé par l'un de nous à la Station scientifique du Jungfraujoch. En 5 heures de pose, on a obtenu un spectre du ciel nocturne qui montre encore une raie à 3022 Å.

Cet appareil pourra être sensiblement amélioré par un choix plus judicieux des lentilles correctrices. Il est vraisemblable, d'après les essais que nous avons déjà effectués, que son ouverture pourra être considérablement augmentée sans très grandes difficultés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une décomposition photochimique des phénols nitrés.* Note [1] de M. **Jean Molnar**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

L'acide picrique en milieu alcalin présente trois formes différentes [2] : jaune, rouge brun et jaune verdâtre (pK 13,4 et 14,4). Or des solutions préparées dans ces dernières conditions changent d'aspect en quelques jours; nous avons entrepris d'analyser ces altérations de l'acide picrique dans ce domaine en fonction du pH et de diverses conditions.

1. *Étude des altérations de l'acide picrique.* — *a.* A l'obscurité une modification des solutions est infiniment lente, si même il en existe une. — *b.* A la lumière diffuse du jour, il y a d'abord une légère intensification de la couleur, puis une diminution lente jusqu'à une décoloration presque complète des solutions. La décomposition est caractérisée par une diminution de l'absorption des bandes nitrées ($\lambda 360$ et $\lambda 390^{m\mu}$), sans apparition

---

(1) Séance du 23 décembre 1935.

(2) J. Molnar, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 59.

corrélative de bandes nouvelles, qui auraient pu renseigner sur la nature des réactions. Par contre le rapport $\varphi = (\text{col. } I/I_0 \lambda 240)/(\text{col. } I/I_0 \lambda 360)$ atteint en 8 jours un minimum, puis croît de nouveau, ce qui indique une réaction en deux temps; formation d'un produit intermédiaire, puis décomposition de celui-ci. — *c*. A la lumière solaire il apparaît une teinte rose brun, qui prend la même intensité dans tous les tubes après 10-15 jours. Le spectre d'absorption de toutes les solutions est identique. L'état final semble donc correspondre à un produit défini. — *d*. Dans des solutions exposées (en tubes de verre ordinaire) au rayonnement intense de la lampe à mercure, on voit en quelques minutes apparaître une décoloration rouge brunâtre, laquelle devient de plus en plus foncée, passe après quelques heures au violacé, suivi plus tard d'une décoloration lente.

Dans toutes ces expériences les variations ne s'observent qu'aux pH supérieurs à 13,0, où la forme rouge brun de l'acide picrique est apparue; il est donc probable que la forme jaune habituelle de l'acide picrique reste toujours inaltérée, et que seules les deux formes existant uniquement en milieu alcalin subissent les transformations. La vitesse de décomposition augmente avec le pH et elle est d'autant plus rapide que l'irradiation est plus forte. L'étude des spectres d'absorption ultraviolets ne nous a pas renseigné sur la nature des produits de décomposition : par contre l'analyse chimique des solutions montre, à côté de l'acide picrique, l'apparition d'acide picramique, d'acide isopurpurique, NO^2H, NH^3 et HCN.

2. *Étude des différents phénols nitrés*. — Parmi les différents phénols nitrés, autres que l'acide picrique, que nous avons eu l'occasion d'étudier, seul le dinitrophénol-2.5 en milieu alcalin présente trois formes différentes; les para- et méta-nitrophénols, le dinitrophénol-2.4, le dinitrophénol-2.6 et le dinitrocrésol-2.4.0 n'ont qu'une forme jaune et une rouge, tandis que l'ortho-nitrophénol présente deux formes rouges en milieu alcalin et pas de forme jaune.

La marche de la décomposition du dinitrophénol-2.5 sous l'action de rayons ultraviolets est analogue à celui de l'acide picrique.

Dans le cas de l'ortho- et du para-nitrophénol, dinitrophénol-2.4, dinitrophénol-2.6 et dinitrocrésol-2.4.0, la décomposition commence au pH où apparaît la forme rouge stable en milieu alcalin, et est caractérisée par l'apparition des colorations plus foncées. La décomposition est d'autant plus intense que le pH est plus élevé, c'est-à-dire que la quantité de la forme rouge est plus abondante. Pour ces divers phénols nitrés, nous nous sommes contenté de vérifier la formation d'un groupement aminé par la

diazoréaction. Seules les solutions de para-nitrophénol n'ont présenté aucune altération photochimique.

Par irradiation à l'ultraviolet de papier filtre teint avec les sels de Na des phénols nitrés, on observe une augmentation d'intensité de coloration; il apparaît des teintes brunes et rouges pour tous les phénols nitrés étudiés, même le para-nitrophénol.

3. *Radiations photolysantes.* — Nous avons essayé de déterminer les radiations actives dans la décomposition des picrates sous l'action des rayons ultraviolets, en interposant sur ceux-ci des filtres arrêtant les longueurs d'ondes inférieures à λ 435, 359, 335, 322, 289, 282, $\leqq 200^{m\mu}$. Les radiations photolysantes ne semblent pas sélectives, la décomposition s'observe avec tous les écrans, mais l'intensité de la décomposition est d'autant plus forte que la transparence des écrans dans l'ultraviolet est plus grande. On peut supposer que l'action photochimique peut être déclanchée à la fois par la bande nitrée ($\lambda\, 360^{m\mu}$) et par la bande phénolique ($\lambda\, 270^{m\mu}$), et qu'ainsi les deux groupements peuvent intervenir dans des domaines de radiations différents.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'inflammation du grisou par les filaments de lampes électriques à incandescence.* Note de M. **Eugène Cotté**, présentée par M. Louis de Launay.

Les expériences qui ont conclu au danger du filament des lampes à incandescence dans un milieu grisouteux, remontent à 1907 [1]. Rapprochant ces expériences des résultats obtenus par MM. Couriot et Meunier [2] qui concluaient, au contraire, que les conducteurs électriques incandescents de petits diamètres étaient impuissants à faire détoner par simple incandescence les mélanges de grisou et d'air, j'ai repris ces expériences contradictoires.

Le mélange explosif employé était constitué par un mélange d'air et de gaz d'éclairage à 20 pour 100 (ce mélange s'allumant plus facilement que le grisou). Un petit compresseur d'air à la pression de 35^{mm} d'eau, envoyait le mélange dans une cloche Marsaut, après brassage dans un filtre à sable (température dans la cloche 16°C.).

(1) Commission du Comité des Houillères de France à Gelsenkirchen (All). et Frameries (Belg.).

(2) *Comptes rendus*, **126**, 1898, p. 750; **127**, 1898, p. 559.

Si l'on produit sur l'ampoule de la lampe, une petite ouverture à l'aide d'une lime, le mélange explosif rentre très facilement dans la lampe, y étant appelé par le vide. Au passage du courant (4 volts), l'explosion a lieu à tous les coups, mais dans l'intérieur de l'ampoule seulement, tant que le trou reste d'un diamètre inférieur à 2^{mm} de diamètre, car la paroi en verre refroidit suffisamment la flamme à l'étranglement.

A partir de 2^{mm} l'explosion se propage à l'extérieur dans la proportion de 60 passages sur 100 expériences.

Avec une ouverture de 12^{mm} l'explosion a lieu chaque fois et ce même résultat est obtenu, tant que l'ouverture est augmentée de diamètre.

L'ouverture descend ensuite de diamètre, lorsque la coupe horizontale passe sous le centre de l'ampoule et l'explosion devient tout à fait hésitante vers un tiers de la hauteur, où elle n'est plus que de 50 pour 100 des essais.

Enfin, si l'on décalotte complètement la lampe, pour ne laisser que le filament à nu, il devient impossible de faire exploser le mélange tonnant et tout reste calme.

Si l'on introduit un filament nu au milieu d'un tube de métal de 13^{mm} de diamètre et de 150^{mm} de longueur ouvert à ses deux extrémités, aucune explosion ne se produit lors de la mise en circuit du filament, mais il suffit de boucher une des extrémités du tube pour obtenir une explosion immédiate. L'on retrouve dans cet essai l'effet *canon* bien connu de M. Le Chatelier.

Conclusion. — Les expériences de 1907 et celles de MM. Couriot et Meunier donnent donc bien des résultats exacts, mais ils sont différents parce qu'ils représentent chacun deux stades éloignés d'une même expérience.

La sécurité dans l'emploi des lampes électriques portatives serait donc améliorée en augmentant, d'une part, le diamètre de l'ampoule, d'autre part, en s'efforçant de chercher un dispositif qui assurerait le bris total et certain de l'ampoule, à la suite d'un choc extérieur.

Il importe en effet de refroidir le plus possible le filament incandescent lors du bris de l'ampoule dans un milieu explosif : ce refroidissement modifiant dans un sens favorable sa résistivité en supprimant ainsi tout danger d'explosion ; l'étincelle de rupture 4 volts, produite par le bris du filament, n'allume pas le mélange explosif.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Résistivité électrique et susceptibilité magnétique du charbon de sucre ayant subi divers traitements thermiques.* Note de M. **Paul Corriez**, présentée par M. Georges Urbain.

Les résistivités électriques des échantillons de charbons de sucre chauffés entre 1000° et 2000° (¹) ont été comparées entre elles, en utilisant la méthode simple que nous avions mise au point et appliquée à l'étude des peranthracites, en collaboration avec M. Lebeau (²).

Chaque échantillon passant au tamis n° 350, a été séché 24 heures à 100°. La section s du cylindre d'ébonite dans lequel il était tassé était de $0^{cm^2},5$. La hauteur l du conducteur pulvérulent restait inférieure à 1^{cm}. Les résistances R entre les deux électrodes en laiton poli, mesurées au pont de Carpentier, étaient corrigées des résistances de contact carbone-laiton. Les résistivités sont calculées à l'aide de la relation usuelle $\rho = Rs/l$. R, la résistance, exprimée en ohms, est une résistance *relative*, fonction de la méthode et de l'appareil.

L'application de cette méthode à la mesure de la résistivité des charbons de sucre a donné les résultats contenus dans le tableau suivant :

Charbon de sucre brut.

Traitement thermique	1000°.	1200°.	1400°.	1600°.	1800°.	2000°.
Résistivités relatives ρ(ohms/cm)	0,525	0,375	0,295	0,230	0,220	0,197
	0,540	0,400	0,295	0,245	0,210	0,200
Susceptibilités $\chi[\times(-1).10^{-6})]$	0,43	0,91	1,22	1,80	2,59	2,83
	0,40	0,98	1,15	1,84	2,57	2,80

Les variations de susceptibilité magnétique des charbons de sucre chauffés ont été mesurées à l'aide de la balance de Curie et Cheneveau, que nous avons très légèrement modifiée, pour cet usage : la rotation de l'aimant permanent a été actionnée mécaniquement à l'aide d'un petit moteur électrique démultiplié. Les carbones étudiés, pulvérisés au mortier d'agate et passant au tamis n° 350, ont subi trois lavages à l'acide chlorhydrique au demi, lavages opérés dans les mêmes conditions. Le calcul des résultats a été effectué en utilisant la théorie de Curie sous la forme que lui a donnée Mme Cotton-Feytis, et qui tient compte de la correction due

(¹) Voir *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1189.
(²) P. Lebeau et P. Corriez, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 170.

au magnétisme de l'air. Le corps de référence choisi était l'eau récemment redistillée.

On peut voir, à l'examen du tableau précédent, que les valeurs des susceptibilités magnétiques du charbon de sucre brut et des charbons de sucre chauffés aux températures comprises entre 1200° et 1800° vont en croissant d'une façon relativement rapide. Cette augmentation est plus lente à partir du carbone 1800°. Les chiffres obtenus pour le charbon de sucre brut se rapprochent des valeurs données pour le diamant (0,495, Owen; 0,491, Honda; 0,497, Paramasivan). Ils sont légèrement inférieurs au chiffre donné par M. Pascal pour le charbon de sucre (0,52), ce qui montre que notre carbone de départ n'avait pas subi une purification complète, comparable à celle qui eût été nécessaire pour une mesure absolue. Les chiffres obtenus pour le carbone 2000° se rapprochent au contraire, mais sans les atteindre, des valeurs données pour divers graphites pris à l'état pulvérulent (4,0, Owen; 4,20, Paramasivan). On peut également comparer les valeurs du tableau précédent à celles obtenues par Honda et plus récemment par Khrishnan, Guha et Roy, pour un cristal unique de graphite, suivant l'axe hexagonal (χ_1) ou suivant une direction perpendiculaire (χ_2) :

	$\chi_1(-1.10^{-6})$.	$\chi_2(-1.10^{-6})$.
Honda	14,2	2,2
Guha et Roy	22,8	0,4

Ces valeurs mettent en évidence la remarquable anisotropie du graphite. La variation des valeurs des susceptibilités obtenues pour les charbons de sucre chauffés peut être, en partie, expliquée par une augmentation de l'effet de cette anisotropie, quand le cristallite auquel on attribue une structure analogue à celle du graphite, change de dimensions.

En résumé, les résistivités électriques et les susceptibilités magnétiques des charbons de sucre ayant subi des chauffes échelonnées entre 1000° et 2000° varient en sens inverse; ces variations sont moins rapides à partir du charbon de sucre chauffé à 1800°. Les valeurs obtenues doivent être confrontées avec les données déduites de l'étude des diagrammes de rayons X.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Fluorescence de quelques corps purs.* Note de MM. **Étienne Canals**, **Pierre Peyrot** et **Roger Noël**, présentée par M. Marcel Delépine.

Après avoir donné ([1]) les taux de fluorescence relative à la lumière diffusée par quelques acides organiques purs, nous avons utilisé la même méthode pour l'étude de la fluorescence de quelques alcools.

Les spectres de fluorescence que nous avons obtenus étaient constitués par de la lumière sensiblement dépolarisée et s'étendaient environ de 4400 Å à 4900 Å. L'intensité des bandes Raman de 3400 cm^{-1} excitées par 4047 Å est toujours faible vis-à-vis de celle de la lumière de fluorescence; c'est pourquoi nous avons calculé cette intensité par la formule $2f/I+i$.

Alcools.	100 ρ.	$2f/I+i$.
Alcool méthylique	6,0	0,06
» éthylique	6,7	0,06
» propylique *n*	6,9	0,03
» iso-propylique	5,0	0,05
» butylique *n*	8,6	0,03
» iso-butylique	6,6	0,04
» iso-amylique	8,0	0,03
» benzylique	56,8	0,18

Les facteurs de dépolarisation trouvés sont relativement voisins de ceux donnés par Krishnan ([2]). Toutefois nos valeurs pour les alcools : éthylique, butylique *n*, iso-butylique, iso-amylique, benzylique, sont différentes. Les facteurs des alcools en C, C^2, C^3, C^4n vont en croissant du premier au quatrième terme, tandis qu'on observait chez les acides correspondants, à partir du deuxième terme, un phénomène d'oscillation analogue à celui que présentent certaines propriétés physiques et chimiques des acides gras. Les alcools iso-propylique, iso-butylique et iso-amylique possèdent des facteurs qui vont également en croissant. Par contre, l'anisotropie diminue lorsqu'on passe des alcools normaux à leurs isomères. L'alcool benzylique a un facteur de dépolarisation très élevé et se différencie ainsi nettement,

([1]) *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 208.
([2]) *Phil. Mag.*, **1**, 1925, p. 697-715.

quant à l'anisotropie, des alcools précédents. Cette valeur élevée peut s'expliquer par la présence des doubles liaisons dans le noyau aromatique. Si nous comparons les valeurs du facteur de dépolarisation de l'alcool benzylique et du toluène ($100\,\rho = 48$), nous voyons que la présence de la fonction alcool augmente ici l'anisotropie de la molécule. En ce qui concerne la fluorescence, nous constatons que tous les alcools étudiés sont fluorescents. Les valeurs trouvées sont faibles, sauf, toutefois pour l'alcool benzylique qui se sépare des précédents par un taux de fluorescence assez élevé. Notons enfin que les alcools sont moins fluorescents que les acides correspondants.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le système iodure d'antimoine, iodure de sodium, eau.* Note [1] de M. **Félix François**.

Deux iodures doubles d'antimoine et de sodium ont été décrits : l'un SbI^3, NaI, H^2O était obtenu par Nicklès [2] dans l'action combinée de l'antimoine et de l'iode sur une solution saturée de chlorure de sodium; l'autre $2SbI^3$, 3NaI, $12H^2O$ par Schæffer [3] dans l'évaporation de solutions concentrées d'iodure d'antimoine et d'iodure de sodium.

J'ai repris la question en étudiant le système : iodure d'antimoine, iodure de sodium et eau par la méthode des solubilités à température constante. La composition des solides a été déterminée par la méthode des restes de Schreinemakers.

Je me suis borné à l'étude des systèmes dans lesquels l'iodure d'antimoine n'est pas hydrolysé. J'ai tracé les isothermes de solubilité aux températures : 15°, 35°, 60°.

Pour les températures 15° et 30°, le diagramme, à cause du phénomène d'hydrolyse, ne présente que 3 branches : la branche I correspond au dépôt d'iodure de sodium; la branche II au dépôt du sel double SbI^3, 2NaI, $8.H^2O$; la branche III au dépôt du sel double SbI^3, NaI, $6H^2O$.

L'isotherme relatif à 60° comporte les trois branches précédentes, et, en outre, une branche IV correspondant au dépôt d'iodure d'antimoine.

L'étude du système : iodure d'antimoine, iodure de sodium, eau, entre 15° et 60°, montre donc l'existence de deux sels doubles et de deux seulement.

---

(1) Séance du 23 décembre 1935.

(2) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3e série, 39, 1861, p. 325.

(3) *Pogg. Ann.*, 109, 1860, p. 612.

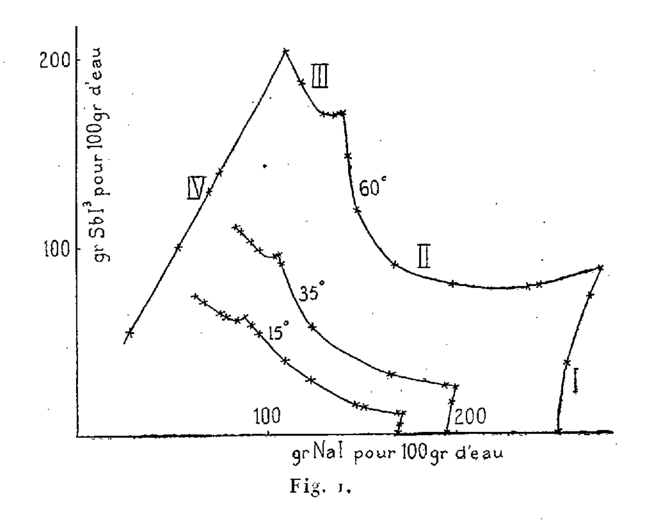


Fig. 1.

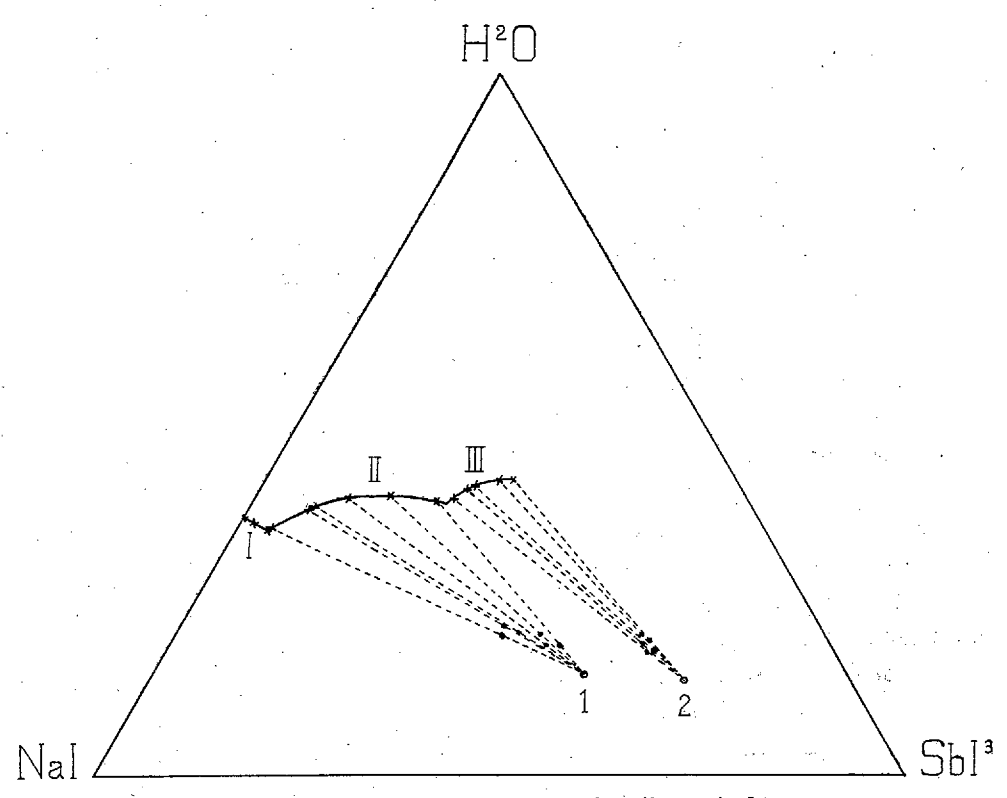


Fig. 2. — Diagramme relatif à 100g de mélange (à 15°).
1 — SbI^3, 2NaI, $8H^2O$; 2 — SbI^3, NaI, $6H^2O$.

L'évaporation lente de solutions convenables nous a permis d'obtenir de gros cristaux de chacun de ces deux corps. Ils cristallisent tout deux dans le système triclinique.

SbI^3, $2NaI$, $8H^2O$ se présente sous la forme de prismes orangé clair à base presque rhombique. Ce doit être le sel double de Schæffer. La divergence des formules s'expliquerait par le fait que Schæffer a fait l'analyse directe des cristaux imprégnés d'eaux mères.

SbI^3, NaI, $6H^2O$ cristallise en longues aiguilles à base presque rectangulaires.

Les deux iodures doubles d'antimoine et de sodium, qui diffèrent des sels correspondants du potassium par leurs molécules d'eau de cristallisation, sont isomorphes des iodures doubles de bismuth et de sodium.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le système : chlorure d'étain tétravalent-acide chlorhydrique*. Note de MM. **André Chrétien** et **Georges Varga**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons étudié la cristallisation par refroidissement des mélanges liquides de chlorure d'étain tétravalent et d'acide chlorhydrique. Tous les liquides sont homogènes.

Le liquidus (*fig.* 1) est formé de quatre branches qui correspondent à quatre composés définis : HCl (branche AB), $SnCl^4$ (ED), $SnCl^4$, 5HCl (BC), $SnCl^4$,2HCl (CD).

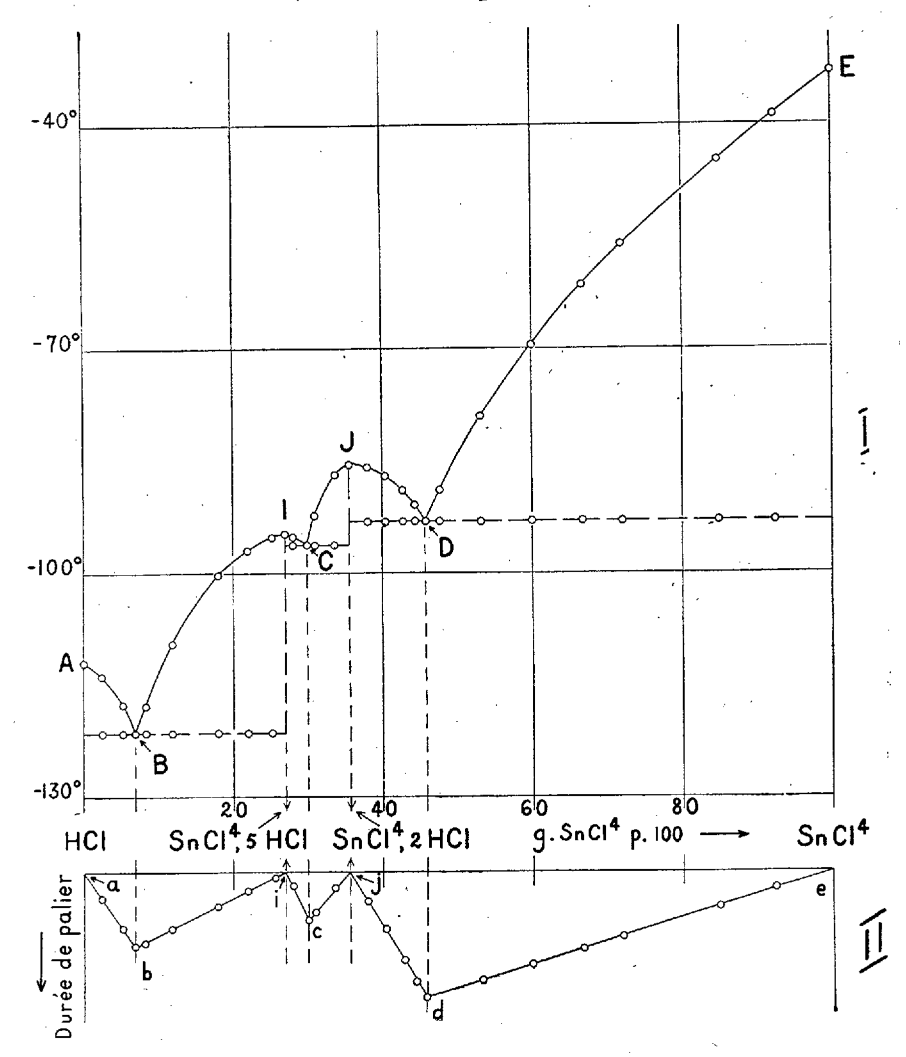
Le domaine de cristallisation de l'acide chlorhydrique s'étend seulement à $6^g,8$ $SnCl^4$ pour 100; corrélativement, la température de fusion s'abaisse de $-112^o,0$ à $-121^o,4$ (point B). Le domaine de cristallisation du chlorure d'étain s'étend, au contraire, jusqu'à $54^g,2$ HCl pour 100 et la température de fusion s'abaisse lentement de $-32^o,9$ à $-93^o,0$ (point D).

Le composé $SnCl^4$,5HCl forme la phase solide lorsque la concentration en chlorure d'étain passe de $6^g,8$ à $30^g,0$ pour 100. Entre ces limites, la température de congélation commençante s'élève de $-121^o,4$ à $-94^o,7$, puis elle s'abaisse à $-96^o,2$. Le maximum de température s'observe pour 27^g $SnCl^4$ pour 100, ce qui correspond à 1 mol.g $SnCl^4$ pour 5 mol.g HCl (point I). La combinaison $SnCl^4$,5HCl fond donc sans décomposition.

Il en est de même pour la combinaison $SnCl^4$,2HCl, dont le domaine de cristallisation est compris entre 30^g et $45^g,8$ $SnCl^4$ pour 100. Pour la

température, les limites correspondantes du liquidus sont — 96°,2 et — 93°,0; le maximum est à — 85°,4 avec 35g,4 $SnCl^4$ pour 100 (point J).

La combinaison $SnCl^4, 2HCl$ correspond aux *chlorostannates;* elle ne-



semble pas avoir été obtenue antérieurement. L'isomorphisme du sel de potassium avec le platichlorure $[PtCl^6]K^2$ (1) permet d'envisager la combinaison comme un acide complexe stannichlorhydrique et d'écrire sa formule $[SnCl^6]H^2$.

(1) Dickinson, *J. Am. Chem. Soc.*, 44, 1922, p. 276.

Le composé $SnCl^4, 5HCl$ est d'un type nouveau. On peut le considérer comme une combinaison d'addition de l'acide stannichlorhydrique et de l'acide chlorhydrique : $[SnCl^6]H^2, 3HCl$. Il est possible aussi de le considérer comme une combinaison complexe dans laquelle un atome d'étain est entouré par cinq molécules ClH et un atome de chlore ; le corps serait alors le chlorure stannichloro-pentachlorhydrique : $Cl^3[SnCl(HCl)^5]$. Cette manière de voir, qui permet de conserver la coordinence 6 pour l'étain, rapprocherait à nouveau l'étain du platine. On connaît, en effet, dans la série des platiamines, le chlorure $Cl^3[PtCl(NH^3)^5]$, préparé en 1924 par Tschugaeff au cours de l'action du chloroplatinate d'ammonium sur l'ammoniac liquide.

En résumé, le chlorure d'étain tétravalent donne deux combinaisons avec l'acide chlorhydrique en milieu anhydre, à fusion congruente : $SnCl^4, 5HCl$ et $SnCl^4, 2HCl$. Nous avons montré antérieurement (¹) que, dans des conditions analogues, le chlorure de titane tétravalent forme les combinaisons : $TiCl^4, 6HCl$ et $TiCl^4, 2HCl$. Le titane se rapproche de l'étain par l'existence des chlorotitanates et de *l'acide chlorotitanique* qui correspondent aux chlorostannates et à *l'acide chlorostannique*. Il s'en éloigne par l'existence de la combinaison $TiCl^4, 6HCl$, alors que l'étain donne $SnCl^4, 5HCl$. Ce fait nouveau s'ajoute aux caractères de dissemblance qui justifient l'usage de placer les éléments Sn et Ti dans deux sous-groupes différents de la quatrième colonne du système périodique

GÉOLOGIE. — *Le Quaternaire marin dans le golfe de Cadix.* Note (²) de M. **Jacques Bourcart.**

On peut suivre, depuis l'embouchure de l'Oued Dra jusqu'au Cap Spartel, le littoral quaternaire de l'Océan Atlantique. Il est marqué par des plages, des cordons littoraux et des dunes, actuellement transformés en grès durs. La côte basse de cette époque (*Chelléen*) a subi un mouvement d'abaissement vers la mer, d'exhaussement vers l'intérieur, limité par la *flexure continentale*. C'est la position de cette ligne qui conditionne les formes de la côte actuelle.

Cette partie de l'Atlantique n'est que la moitié d'un grand golfe dont la

(¹) A. Chrétien et G. Varga, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 558.

(²) Séance du 23 décembre 1935.

côte nord va de l'Isla de las Palomas (Tarifa) au cap Saint Vincent. J'ai donc cherché à voir si les formations caractéristiques du Quaternaire marocain s'y continuent, notamment dans la province méridionale du Portugal, l'Algarve.

J'avais déjà reconnu des lambeaux de Quaternaire dur sur le littoral andalou : plage et dune fossile à l'Isla de las Palomas ou à Tarifa et au Cap Trafalgar, dune fossile de Vejer de la Frontera, cordon littoral (la *piedra ostionera* des Gaditans) à Cadix et aux îles de Chipiona. Si, se servant de ces points, on reconstitue un littoral chelléen, celui-ci, presque partout détruit par l'érosion marine, serait convexe au sud du Guadalquivir; au contraire, au nord du fleuve, on l'imagine concave, ce qui correspondrait à un maximum d'abaissement au droit de Huelva.

De l'embouchure du Guadalquivir au Cap Palos, le littoral, en retrait sur le précédent, n'est plus constitué que par des cordons très récents ou, à partir de la Rábida (Cap Palos) jusqu'un peu au delà de la frontière portugaise, par les limons rouges du Pliocène supérieur.

De Vila Real de Santo Antonio (frontière portugaise) au Cap Saint Vincent, abstraction faite des formations récentes (dunes vives, *lido* et cordons de Faro), la côte de l'Algarve est entaillée dans le Pliocène supérieur, le Miocène et, à partir de Lagos, dans le Secondaire. Les calcaires secondaires et surtout ceux du Miocène inférieur sont creusés de puits de dissolution, remplis par les limons rouges pliocènes, qui sont le plus souvent vidés par l'érosion marine. C'est ainsi que prennent naissance les formes en aiguilles, tours, tunnels, qui donnent un aspect si pittoresque à certains points de la côte (Praia de Rocha, Lagos).

La seule présence d'un karst envahi par la mer indique un mouvement d'abaissement général de la côte. En revanche, la Serra, toute proche, montre des phénomènes inverses : décapage presque total de sa couverture miocène et même pliocène, érosion fluviale active malgré le climat très sec, accumulations importantes de cailloutis primaires à son pied (terrasses d'Alvor et d'Albufeira).

Le littoral actuel recule rapidement sous l'action de la mer : les falaises sont très vives du Cap Saint Vincent à Albufeira. A l'est de cette ville, la côte à lidos successifs masque apparemment ce recul, mais plusieurs villages sont déjà détruits ; à Cacela, des dunes consolidées, très récentes, sont déjà complètement arasées ; une falaise est entaillée à Quarteira dans une terrasse fluviale meuble du type de celle d'Alvor.

Ces conditions ne sont donc pas, *a priori*, favorables pour retrouver le

littoral ancien. J'ai pu, pourtant, observer des grès dunaires très durs, identiques à ceux du Maroc, sur la plate-forme, doucement inclinée vers la mer, qui est brusquement entaillée en hautes falaises de Sagres au Cap Saint-Vincent. Ces grès reposent, tantôt sur le Secondaire arasé, tantôt sur le Pliocène supérieur qui comble jusqu'au bord de la falaise les cavités du karst. Ils sont recouverts par des limons rouges à cailloutis de quartz, formation constante sur tout le littoral du Portugal.

A l'est du Cap Saint-Vincent, les grès quaternaires manquent sur toute la côte. On peut néanmoins les retrouver un peu partout, notamment à Lagos, Alvor, Praia de Rocha, Albufeira, Quarteira et sur la plage de Monte Gordo (Vila Real), mais sous forme de blocs de grès de plage fossilifère, de poudingue (cordon littoral) ou de grès dunaires dans les laisses de haute mer. J'ai vérifié, en recueillant les roches arrachées par les filets de pêcheurs, que ces formations existent bien *en place* à faible distance du littoral actuel. Il faut ajouter à ces observations de géologie sous-marine que le littoral est bordé d'un cordon submergé de coquilles fortement teintes en noir.

Il me semble résulter de ces faits que le littoral chelléen du Maroc se poursuit le long de la côte nord du golfe de Cadix, mais qu'il y est entièrement sous-marin. La flexure continentale se trouve reportée aujourd'hui très en arrière. La côte actuelle tend vers une nouvelle position par un recul rapide, en partie masqué par des apports sableux importants.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du bord nord-est du Marais poitevin.* Note [1] de M. **Gérard Waterlot**, transmise par M. Charles Barrois.

La bordure jurassique nord-est du Marais poitevin est ondulée et faillée suivant la direction sud-armoricaine. Jusqu'à présent, ces mouvements n'avaient été mis en évidence que dans la région de Niort, par J. Welsch [2].

Le *synclinal de la Crèche* que Welsch a suivi de la Crèche à Échiré se prolonge à l'Ouest par la cuvette callovienne de Villiers-en-Plaine et se poursuit jusqu'à Puybermer, près de Fontenay-le-Comte, à travers les calcaires bathoniens. La faille sud de Villiers-en-Plaine dont l'amplitude dépasse 60^m

---

[1] Séance du 23 décembre 1935.

[2] J. Welsch, *Bull. Soc. Géol. France*, 4e série, 3, 1903, n° 7, p. 925-928.

vers l'Est (Welsch) s'amortit pour disparaître ensuite entre Villiers et Nieul-sur l'Autise.

L'anticlinal de Bel-Air reconnu par Welsch de Bel-Air à Prinçay, se prolonge à travers la plaine bathonienne jusqu'au pont de Guémigné, près de Fontenay, où il fait réapparaître le Bajocien. Jusqu'ici, aucun autre pli n'avait été signalé plus au Sud. Il m'est possible de distinguer les ondulations suivantes :

Le synclinal de Lesson commence à Trévin où il est pris entre les failles du Carreau et du Vigon; il montre le Callovien à Lesson, puis à Saint-Médard-des-Prés, dans une dépression. Au Sud, vient un pli anticlinal très doux s'étendant de Sérigny à Boisse, en passant par Richebonne-Benêt et le nord d'Oulmes. Les flancs de cet *anticlinal de Boisse* peuvent se briser au Nord et au Sud, comme dans la région de Benêt, et donner naissance à des failles [faille de Sérigny (Welsch) et faille des Moulins de Richebonne]. Près d'Oulmes, on peut admettre que le flanc sud produit une flexure qui a eu pour effet d'abaisser le Callovien d'Oulmes et de produire une dépression sur la rive droite de l'Autise, occupée ensuite par des alluvions anciennes.

La *faille de Benêt* prolongée par Welsch jusqu'à Bouillé se développe jusqu'à la rive gauche de la Vendée, abaissant le Callovien par rapport au Bathonien. Son amplitude diminue fortement de l'Est (50^{m}) vers l'Ouest, pour s'annuler sur la rive droite de la Vendée. Cette faille forme la limite entre la Plaine et le Marais; au Sud, il n'existe plus que des *îles* ou des *presqu'îles* dont l'existence est en rapport avec celle des axes anticlinaux qui les traversent.

J'ai reconnu que *le synclinal de Fontaines* s'étend de Fontaines, où il intéresse le Callovien, jusqu'à Sevreau, près de Niort, où il montre les couches oxfordiennes limitées au Nord et au Sud par le Callovien. *L'anticlinal de Montreuil* est un pli assez important remettant au jour le Bajocien à la Garenne, au sud d'Auzay; il passe par Montreuil, Doix, Liez, Coulon et Chamberland, où il fait jaillir le Callovien dans une région oxfordienne. Cet anticlinal est très net dans la région de Montreuil et il n'y a pas de faille en cet endroit [1]. Il existe encore au Sud un synclinal plus difficilement mis en évidence, parce qu'il est recouvert par les alluvions du Marais. On le voit entre Pétré et Chevrette à l'est de Luçon; il passe très proba-

---

[1] J. Welsch, sur la *Feuille de la Rochelle* au 320000e, a placé une faille là où passe le flanc nord de l'anticlinal.

blement à 2^{km} au sud de Poiré, entre Vix et Doix, pour aboutir au nord d'Irleau. Les îles du Vanneau, Irleau, Maillé, Vix, Gué de Velluire, Vouillé, Chaillé et Moreilles doivent correspondre à un anticlinal dont j'ai pu voir le flanc sud à Gué de Velluire et Chaillé. Le synclinal de l'île d'Elle passe par cette île pour se perdre dans le Marais à l'Est et à l'Ouest.

Des ondulations transverses très douces orientées NE-SW existent perpendiculairement aux axes anticlinaux et synclinaux précités. Les ondulations anticlinales suivantes ont pu être relevées : Bel-Air à Aiffres (¹), Saint-Rémy à Magné (¹), Saint-Pompain à Irleau, Xanton à la Ronde, Fontenay-le-Comte à l'Ile d'Elle; les ondulations synclinales sont celles de Saint-Maxire à Bessines (¹), Chambertrand à Amuré, Oulmes à Saint-Sigismond, Saint-Martin de Fraigneau à Taugon, le Rouchereau au Poiré.

Aux croisements des axes anticlinaux sud-armoricains et des ondulations anticlinales transverses correspondent des aires élevées : bombements dans la Plaine, îles dans le Marais; les croisements des ondulations et axes synclinaux produisent les aires basses de la Plaine et les vastes étendues du Marais. Les cours des rivières sont influencés également par ce système de plis et ondulations. C'est ainsi que chaque changement de direction du cours de l'Autise peut s'expliquer par une raison d'ordre tectonique.

Ainsi les dislocations des couches jurassiques s'atténuent graduellement de Niort vers Fontenay, et, comme dans le Poitou (²), les axes anticlinaux et synclinaux de direction sud-armoricaine passent successivement par des zones de culmination et d'ennoyage qui ont eu des répercussions sur la physionomie du pays.

GÉOLOGIE. — *Le Danien et le Nummulitique dans l'Aurès occidental.* Note (³) de M. **Robert Laffitte**, présentée par M. Charles Jacob.

Dans l'Aurès oriental, le Nummulitique n'affleure que dans le synclinal d'el Kantara où il fut reconnu par Tissot, puis brièvement étudié par Ficheur (⁴). Cet auteur y distingue simplement, à la base des calcaires

---

(¹) *Ibid. op. cit.*, p. 927.
(²) *Ibid. op. cit.*, p. 936.
(³) Séance du 23 décembre 1935.
(⁴) Réunion extraordinaire en Algérie (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2ᵉ série, 24, 1896, p. 1182).

à Nummulites attribués au Suessonien inférieur, et au-dessus des couches rouges dont il fait de l'Oligocène.

A mon tour, j'ai pu relever la coupe suivante le long du chemin qui, sur la rive droite de l'oued, borde l'oasis d'el Kantara :

6. *Oligocène et Éocène supérieur.* — Poudingues, marnes et grès rouges avec intercalations de lentilles de gypse; 300^{m} environ.

5. *Lutétien.* — Poudingues, grès et marnes rouges avec intercalations de calcaires à moules internes de Gastropodes et de Lamellibranches marins; 15 à 20^{m}. Ces couches contiennent plus à l'Est *Carolia placunoides* Cantraine et *Ostrea multicostata* Desh.

4. *Londinien.* — *b.* Marnes rouges; 25^{m}.

a. Calcaires lacustres à *Ceratodes Jolyi* Jodot; 80^{cm}.

3. *Thanétien et Montien.* — Alternances de marnes jaunâtres et de calcaires à Miliolidés (*Biloculina, Triloculina, Quinqueloculina*) avec *Nautilus* sp., et à la partie supérieure *Operculina* sp. et *Alveolina subpyrenaica* Leymerie; 40 à 50^{cm}.

2. *Danien.* — *c.* Calcaires zogènes à Bryozoaires, débris d'Huîtres, moules internes de Mollusques et *Venericardia Beaumonti* d'Archiac; 5^{m}.

b. Marnes rouges alternant à la base avec quelques bancs de calcaires dolomitiques et de marnes gypseuses; 35 à 40^{m}.

a. Alternances de calcaires à Bryozoaires, de calcaires marneux et de marnes verdâtres; 15^{m}.

1. *Maestrichtien.* — Calcaires à Inocérames.

J'attribue les couches (2) au Danien par suite de leur superposition au Maestrichtien bien caractérisé. La limite supérieure (2*c*) est indiquée par le banc à *Venericardia Beaumonti*, très constant dans tout l'Aurès. Le niveau rouge intercalé (2*b*) correspond à un épisode continental exceptionnel : il est représenté un peu plus à l'Est, dans le centre de l'Aurès, par des marnes phosphatées. Le passage du faciès marin de base (2*a*) au faciès continental (2*b*) se fait progressivement par des couches lagunaires (marnes à gypse); au contraire, le retour de la mer (2*c*) dut être brusque, car on n'observe pas de faciès de transition.

Les calcaires à Foraminifères (3) contiennent déjà des fossiles nettement tertiaires; leur position immédiatement au-dessus du Danien, sans qu'il y ait interruption de la sédimentation marine, indique qu'on doit les rattacher au Paléocène sans pouvoir songer à séparer le Montien et le Thanétien [1].

A ces formations marines en succèdent d'autres continentales (4) placées

---

[1] Ficheur signale (*loc. cit.*) de « petites Nummulites » dans ces couches (3); je n'ai pu les retrouver et pense qu'il y a eu confusion avec les Foraminifères cités plus haut, très difficilement reconnaissables autrement qu'en plaque mince.

dans le Londinien, étant bien entendu, comme je l'ai déjà dit ailleurs, qu'il ne s'agit pas de synchronismes exacts avec ces étages, mais il m'a paru commode d'employer des termes classiques pour désigner des faciès locaux, qui ont dû se développer dans le même ordre que ceux des régions classiques de l'Europe occidentale, et à peu près synchroniquement. *Ceratodes Jolyi*, Gastropode caractérisant l'épisode lacustre de base, est seulement connu jusqu'ici par les échantillons types, d'un gisement d'âge inconnu du sud algérois.

Les couches rouges susjacentes (4*b*) sont des marnes qui ont dû prendre naissance dans des conditions tranquilles.

Au contraire dans le Lutétien (5) les bancs de poudingues sont fréquents, semblant indiquer l'activité de l'érosion sur les premières rides anticlinales en formation. Cela est confirmé par la présence dans ces poudingues de galets formés de roches antérieures : calcaires à Foraminifères, calcaires à Inocérames, et même fragments d'Huîtres campaniennes. L'âge de ces couches est déterminé par la présence de *Carolia placunoides*, fossile caractéristique de l'Éocène moyen depuis l'Égypte jusqu'au Sénégal en passant par l'Afrique du Nord.

A ces dernières formations marines succèdent, sans interruption apparente de la sédimentation, les couches rouges (6) : grès et marnes avec banc de gypse et poudingues à la partie supérieure facilement observables au sud de l'oasis (ed Darsa). Dans cette série, on constate des discordances successives jusqu'au Miocène inférieur marin (Cartennien) resté horizontal.

Les conclusions que l'on peut tirer de l'examen de cette coupe sont les suivantes : l'alternance de faciès marins et continentaux prouve que el Kantara a toujours été au voisinage du rivage des mers danienne, éo- et mésonummulitique, ce qui montre que l'absence de Nummulitique dans l'Atlas saharien, à l'Ouest de cette localité, est originelle et n'est pas due à une activité plus intense de l'érosion dans les régions occidentales.

La présence de sédiments continentaux dans le Danien et l'Éocène montre qu'il ne faut pas attribuer avec Ficheur toutes les formations rouges à l'Oligocène. De plus, la rareté des faciès lacustres dans ces dépôts continentaux indique un climat sec analogue à celui qui règne encore dans ces régions. Ceci est confirmé par la présence de lentilles de gypse dans les couches supérieures prouvant l'existence de bassins d'évaporation analogues aux Chott et aux Sebkha actuelles des steppes et du Sahara.

Les poudingues lutétiens indiquent le début des mouvements tectoniques, tandis que l'horizontalité du Cartennien montre qu'ils ont pris fin avant cette époque : *les plissements sont ici post-éocènes et antémiocènes.*

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la température de l'ozone atmosphérique.* Note de M. **J. Devaux**, présentée par M. Charles Maurain.

J'ai déjà résumé ici même (¹) les premiers résultats obtenus en étudiant le spectre infrarouge émis par l'atmosphère terrestre (région de 4^{μ} à 15^{μ}). J'utilisais pour cette étude un spectrographe à prisme de sel gemme, comportant comme récepteur un radiomicromètre. Depuis, j'ai complètement modifié et perfectionné le montage, ce qui m'a permis d'obtenir une meilleure définition spectrale et une plus grande stabilité.

Méthode. — On sait que, pour une pareille étude, on dispose de très peu d'énergie. Il faut donc avoir recours à un spectrographe de grande luminosité, et utiliser un récepteur très sensible.

J'emploie un spectrographe dont le miroir objectif est ouvert à F:1. Le prisme de 60° en sel gemme est de grande dimension. Les miroirs sont en acier. Le récepteur est un couple cuivre-tellure. J'utilise un montage électrique particulier « autostabilisé » à relai optique et à résonance, que je décrirai ailleurs en détail.

Le spectrographe est à répétition automatique : un mouvement d'horlogerie, marchant 24 heures, fait défiler le spectre une fois par heure. On procède naturellement par enregistrement photographique. De cette façon, je puis étudier par beau temps, d'une manière quasi-continue, le rayonnement émis par l'atmosphère au voisinage du Zénith.

Résultats. — Le montage a été réalisé à l'Observatoire du Pic du Midi, altitude 2860^{m}. J'ai effectué de nombreux enregistrements en toutes saisons par ciel pur et pour des tensions de vapeur d'eau très faibles. J'ai retrouvé d'une manière plus sûre et plus détaillée les résultats qualitatifs que j'avais signalés dans ma précédente Note; le spectre obtenu s'explique bien par l'émission de la vapeur d'eau, de l'ozone et peut-être de l'acide carbonique.

La région la plus intéressante du spectre est celle qui se trouve aux environs de 10^{μ}. Dans cette région le facteur d'absorption de la vapeur d'eau est faible; l'ozone présente une forte bande d'absorption, et, par suite, d'émission. On retrouve très régulièrement cette bande d'émission dans le spectre du ciel pur, aussi bien la nuit que le jour :

(¹) *Comptes rendus*, **193**, 1931, p. 1207.

1° En comparant le spectre à celui du corps noir à température connue, et en connaissant d'autre part le pouvoir absorbant de la couche d'ozone, d'après l'étude que j'ai faite du spectre infrarouge du Soleil ([1]), on peut calculer la température, supposée uniforme, de l'ozone atmosphérique. J'ai trouvé que cette température est basse, très inférieure à 0° C. C'est précisément la raison pour laquelle il est difficile d'obtenir des nombres précis.

2° Les enregistrements continus, à raison de 1 spectre par heure, permettent de constater que la hauteur de la bande de l'ozone ne change pas, pour la précision obtenue, pendant 24 heures. Comme la teneur de l'ozone ne subit pas de variation diurne systématique, on peut déduire de ce dernier résultat que sa température, supposée uniforme, ne subit pas, non plus, de grosse variation diurne.

3° D'ailleurs les enregistrements obtenus en différentes saisons ont tout à fait le même aspect : il ne doit pas y avoir de notable variation saisonnière de température. Mais ce dernier résultat n'est qu'approximatif; il faudrait faire simultanément des dosages optiques de l'ozone.

CRYPTOGAMIE. — *Étude de l'organisme isolé d'une arthrite sporotrichosique primaire avec métastase vertébrale.* Note ([2]) de MM. **Auguste** et **René Sartory** et **Jacques Meyer**.

Ce champignon a été isolé du pus provenant d'un foyer d'arthrite de l'épaule chez un jeune homme de 18 ans de bonne constitution, sans antécédents. Quatre mois après se produit une métastase vertébrale.

A l'examen cytologique le pus montre une prédominance de polynucléaires; on rencontre quelques lymphocytes, des cellules à noyau arrondi du type endothélial; par contre on ne trouve pas d'éosinophiles.

La recherche et l'étude du parasite ont été pratiquées suivant nos méthodes habituelles ([3]). L'examen direct décèle la présence de microorga-

---

([1]) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1595.

([2]) Séance du 23 décembre 1935.

([3]) A. et R. Sartory, M. et J. Meyer, *Bull. Inst. Pasteur*, 55, 1935, p. 182.

nismes disposés en amas et entourés d'éléments cytologiques; l'ensemble rappelle un nodule. Les parasites sont arrondis ou ovalaires, presque tous munis d'une double membrane et d'une zone hyaline réfringente. Par la coloration simple au violet de gentiane ou la méthode de *Gram*, le colorant se fixe électivement sur la membrane alors que la zone centrale est peu teintée. Vus de profil, ces éléments ont une forme de demi-lune; ils présentent les dimensions suivantes : 2 à 3^{μ} sur 6 à 8^{μ}. On voit aussi des bâtonnets placés bout à bout formant des chaînettes assez longues (8 à 14^{μ} sur 1 à 2^{μ} pour chaque élément).

Les cultures sont positives uniquement sur milieu peptoné-glucosé gélosé de Sabouraud ajusté à pH = 5,8, ensemencé suivant la méthode de la coulée de pus de Gougerot et disposé à + 37°. L'espèce une fois fixée, on obtient des colonies radiées de 2 à 3^{mm} de diamètre, dont la partie centrale prend un aspect cratériforme, ombiliqué, qui se pigmente en brun noirâtre, tandis que la périphérie reste lisse et blanchâtre; dans les parties profondes, la pigmentation est plus rapide et ce phénomène paraît être en relation avec la formation des spores; cette coloration semble plus intense dans les milieux sucrés de pH inférieur à 6,4; ainsi elle est très marquée sur les substrats lactosés ajustés au pH = 5,4. L'examen microscopique de telles cultures montre des filaments ramifiés, cloisonné; les ramifications forment des verticilles avec rameaux de 2e et 3e ordre; les conidies naissent à l'extrémité de ces ramuscules; elles sont ovoïdes, sessiles ou courtement pédicellées et forment ainsi des bouquets de 4, 6 ou 8 petites grappes de conidies. Ces spores se trouvent aussi le long des filaments et prennent l'aspect de manchons. Après 48 heures de culture, les filaments se cloisonnent abondamment et, par dislocation, donnent naissance à des articles tronqués ou allongés, à bout carré. Les chlamydospores mesurent de 8 à 15^{μ} de diamètre et affectent une forme ronde, ovale, quelquefois cylindrique; elles germent en donnant de courts filaments avec des conidies courtement pédicellées. Les conidies (2 à 4^{μ} sur 4 à 8^{μ}) sont d'un blanc crémeux à l'état jeune, d'une couleur foncée en vieillissant. Dans les milieux sucrés de pH compris entre 6,4 et 6,8, elles gardent très longtemps leur teinte blanche. En vieillissant les conidies confluent pour donner un tapis blanchâtre ou brun noirâtre, suivant le milieu; l'aspect est toujours mamelonné et verruqueux.

Sur eau de pomme de terre ou bouillon sucré légèrement acide au tournesol, il se forme un voile constitué principalement de conidies. La gélatine commence à se liquéfier vers le 4e ou le 5e jour de culture à + 22°; le para-

site fait fermenter le saccharose, le maltose et le lactose sans production de gaz. L'action protéolytique est nulle sur le blanc d'œuf et le sérum de cheval coagulé; les cultures restent chétives.

L'inoculation au cobaye par voie sous-cutanée est négative; chez le même animal, par voie intrapéritonéale au moyen de 1^{cm^3} d'émulsion (2 öses de conidies par centimètre cube) ou par voie intracardiaque avec $0^{cm^3},5$ d'une émulsion pratiquée avec 1 öse, on obtient un amaigrissement très notable pendant deux mois; la mort ne survient pas. Au niveau de l'inoculation intrapéritonéale il se forme un abcès nécrotique avec élimination spontanée après putréfaction. Le parasite est retrouvé dans le pus et la rétroculture donne des résultats positifs.

Nous concluons donc à la présence d'un *Sporotrichum* (*Rhinocladium*) dans le pus de la lésion arthritique de l'épaule. Notre organisme présente une température de culture voisine de celle de *Rhinocladium Schencki;* par contre la pigmentation rapide du milieu, la présence de conidies très nombreuses le rapprocherait de *Rhinocladium Beurmanni,* mais l'espèce qui nous occupe se distingue des deux organismes précédents par l'aspect cratériforme et ombiliqué des colonies, la formation de rameaux verticillés portant les conidies et la fermentation du saccharose et du lactose.

En égard à ces caractères nous en faisons une espèce nouvelle et nous proposons pour elle le nom de *Sporotrichum* (*Rhinocladium*) *verticilloides* n. sp.

Ce cas doit retenir toute notre attention en raison de l'apparition d'une métastase vertébrale 4 mois après la constatation du foyer localisé à l'humérus. La localisation du foyer vertébral s'est établie au niveau de L2 et L3.

L'existence de métastases dans les mycoses osseuses n'est pas exceptionnelle; nous avons eu l'occasion de mettre en évidence la nature mycosique de deux autres cas similaires d'Allenbach et Zimmer et de M. Meyer.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'acide cyanhydrique et les nitrates au cours de la germination du Sorgho.* Note de M. **Charles Hamant**, présentée par M. Marin Molliard.

Les expériences dont nous donnons les résultats ont été réalisées sur le Sorgho (*Sorghum vulgare* Pers.). Les plantules nécessaires aux titrages ont

été obtenues dans le germoir automatique de M. le Professeur Raybaud [1] : toutes les 2 heures les graines sont immergées pendant 2 minutes dans de l'eau à 16°.

La recherche qualitative de l'acide cyanhydrique a été faite par le papier picro-sodé de Guignard, sa recherche quantitative par la méthode de Denigès avec une solution N/100 de nitrate d'argent.

Le taux d'azote nitrique est déterminé par la méthode de Salle qui réduit l'azote nitrique à l'état ammoniacal par l'hydrogène en présence de sulfate ferreux. Le titrage de l'ammoniaque est effectué par des solutions N/70 de soude et d'acide chlorhydrique en présence de rouge de méthyle comme indicateur.

Le taux d'azote total est donné par la méthode de Kjeldahl. On sait que, d'après Dunstan et Henry et Treub, l'acide cyanhydrique n'existe pas dans le sorgho sous forme libre mais uniquement sous forme de glucoside, la durrhine de formule $C^{14}H^{17}O^{7}N$ qui le fournit par hydrolyse avec du dextrose et de l'hydroxybenzaldéhyde

$$C^{14}H^{17}O^{7}N + H^{2}O \rightarrow CNH + C^{6}H^{12}O^{6} + C^{7}H^{6}O^{2}.$$

On peut donc à partir d'un poids connu d'acide cyanhydrique calculer le poids d'azote qui y est contenu et qui provient du glucoside cyanogénétique. C'est ce chiffre d'azote calculé que nous désignons dans ce qui suit sous le nom d'azote glucosidique.

Dans ces conditions, nous avons observé les faits suivants :

1° Le taux d'azote total reste le même, aux erreurs d'expérience près, dans la graine sèche accompagnée de ses téguments puis dans la plantule accompagnée du reste de l'albumen et des téguments.

Il atteint 34^{mg}, 65 pour 100 graines.

2° Les graines sèches renferment un enzyme analogue par ses propriétés à l'émulsine et capable d'hydrolyser l'amygdaline.

On ne peut y déceler de glucoside cyanogénétique.

3° Dans la graine sèche une quantité importante d'azote est engagée sous forme nitrique : 3^{mg} pour 100 graines.

4° Au cours de la germination, l'azote nitrique possède la graine dans la plantule où son taux augmente puis diminue. On obtient les chiffres suivants pour 100 parties au bout de 25 jours : plantules, $0^{mg},90$; graines

(1) L. Raybaud, *Rev. gén. Bot.*, 36, 1924, p. 193.

restantes (téguments et albumen), $0^{mg},50$; soit un total de $1^{mg},40$, ce qui accuse une perte de $1^{mg},60$.

5° Dans le même laps de temps la quantité d'azote glucosidique toujours exclusivement localisé dans la plantule passe de 0 à $1^{mg},56$.

Devant ces résultats nous pensons pouvoir affirmer que l'azote glucosidique trouve son origine dans l'azote nitrique soit par le processus imaginé par Pflüger et A. Gautier, soit par un processus analogue restant à déterminer; l'acide cyanhydrique serait bien le premier terme apparaissant dans la synthèse des matières albuminoïdes au moins de certaines plantes.

ZOOLOGIE. — *Les gamètes de quelques Foraminifères.*

Note [1] de M. **Jean Le Calvez**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les gamètes des Foraminifères ne sont actuellement connus que dans deux espèces : *Polystomella crispa* Linné, étudiée simultanément en 1895 par Lister [2] et Schaudinn [3], et *Peneroplis pertusus* Forskäl, en 1907 par Winter [4].

Lister observe la sortie des gamètes chez deux individus seulement, il note deux flagelles, mais ses figures sont imprécises. Schaudinn, qui assista plus tard à leur copulation, les voit aussi biflagellés, mais ne donne aucune figure. Quant à Winter, il croit voir un seul flagelle gros et tronqué, plus court que le corps; les seuls dessins qu'il en donne, figurés sur un tableau synthétique, sont très schématisés. Ce même auteur accorde, sans autres commentaires, une structure identique aux gamètes de *Miliolina*.

J'ai eu l'occasion d'observer avec certitude la production de gamètes dans les dix espèces suivantes de Foraminifères : *Iridia lucida* (n. sp.), *Iridia diaphana* H. A. et E., *Iridia serialis* (n. sp.), *Webbinella hemispherica* J. P. et B., *Triloculina rotunda* d'Orb., *Quinqueloculina suborbicularis* d'Orb., *Orbulina universa* d'Orb., *Discorbis bertheloti* d'Orb., *Tretomphalus bulloïdes* d'Orb. et *Planorbulina mediterranensis* d'Orb., représentant six familles différentes.

---

(1) Séance du 23 décembre 1935.

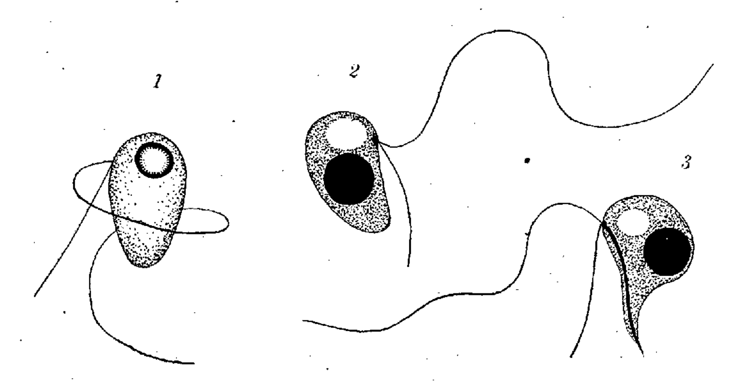
(2) J.-J. Lister, *Phil. Trans. Royal Society London*, **186**, 1895, p. 401-450.

(3) E. Schaudinn, *S. B. Ges. Naturf. Freunde Berlin*, 1895, p. 87-97.

(4) F. W. Winter, *Archiv. für Protistenk.*, **10**, 1907, p. 1-113.

Sur le vivant, ces gamètes se présentent tous de la même manière : un corps sphérique ou allongé de 2 à 3$^{\mu}$ de long, à l'intérieur duquel miroite une grosse inclusion réfringente, sphérique, de nature graisseuse (*fig.* 1). Les flagelles battent trop vivement pour être bien discernables.

Le seul moyen d'investigation plus précis, provoquant le minimum de



1, gamète de *Planorbulina mediterranensis* d'Orb. (sur le vivant.) × 6000 ;
2, gamète de *Iridia lucida* (n. sp.). (frottis-vap. osm. H. F.) × 6000 ;
3, gamète de *Triloculina rotunda* d'Orb. (frottis-vap. osm. H. F.) × 6000.

déformations, reste la fixation de frottis aux vapeurs osmiques suivies de l'action du Bouin. Les colorations à l'hématoxyline ferrique et au bleu de méthyle-éosine de Mann sont concordantes. Sur les images ainsi obtenues, le corps du gamète est ovoïde ou piriforme, de 1,5 à 2$^{\mu}$ de large sur 2,5 à 3$^{\mu}$ de long. Il contient un gros noyau sphérique, très colorable, sans structure apparente; près de lui, un espace vacuolaire arrondi occupe la place de l'inclusion graisseuse dissoute à la fixation. La position relative quelconque de ces deux organites paraît due au hasard de la contraction sous l'action du fixateur. Deux flagelles inégaux, le plus court de 3 à 5$^{\mu}$, le plus long de 12 à 16$^{\mu}$ suivant les espèces, s'insèrent sur un blépharoplaste unique, un peu confus, situé dans la zone où le gamète atteint sa plus grande largeur. Aucun rhizoplaste ne rend le gain basal solidaire du noyau (*fig.* 2).

A cette structure, valable pour tous les gamètes observés, vient s'ajouter, chez ceux des *Miliolidæ* (*Quinqueloculina suborbicularis* et *Triloculina rotunda*), un long axostyle rigide, qui, du blépharoplaste, traverse le gamète dans toute sa longueur et fait saillie de quelques μ à la pointe (*fig.* 3). Cette constatation m'amène à formuler des réserves sur l'exactitude de l'unique flagelle court et tronqué, donné par Winter aux gamètes de *Peneroplis per-*

tusus. Je n'ai pu les observer dans cette dernière espèce, mais puisque, selon leur auteur, ils sont identiques à ceux de *Miliolina* et que les gamètes de deux Milioles sont bien biflagellés, je pense que les observations de Winter, faites uniquement sur le vivant, sont erronées; qu'il n'a pas vu les flagelles et a pris pour tel l'extrémité saillante de l'axostyle.

De ces quelques observations, on peut conclure à la constance relative de structure des éléments reproducteurs des Foraminifères. La complication des Milioles fait supposer d'autres différences dans la trentaine de familles dont les gamètes sont encore inconnus; leur connaissance permettrait sans doute des conclusions plus générales, intéressant la systématique et la phylogénie des représentants de ce grand groupe.

ZOOLOGIE. — *Le Nématogène fondateur de* Dicyemennea eledones *Whit. et sa larve*. Note [1] de M. **Henri Nouvel**, présentée par M. Charles Pérez.

Lameere (1916) a montré que l'infestation des Seiches par les Dicyémides *Pseudicyema truncatum* (Whit.) et *Microcyema vespa* Ed. v. Ben. est produite par une génération immigrante, le *nématogène fondateur*. Ce dernier, à l'état larvaire, pénètre dans les sacs rénaux, immédiatement après l'éclosion des Céphalopodes. Le fondateur donne naissance à de nombreuses générations de nématogènes à organisation simplifiée, les *nématogènes primaires*. Les deux larves fondatrices décrites par Lameere, bien qu'appartenant à des espèces systématiquement lointaines ont la même composition cellulaire : 3 cellules axiales, 28 cellules périphériques dont 4 propolaires, 4 métapolaires, 3 parapolaires et une seule uropolaire.

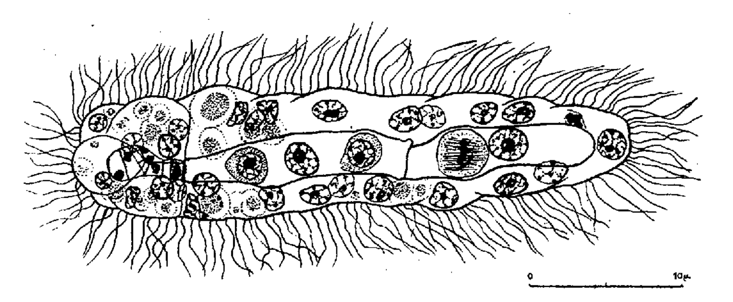
J'ai pu obtenir au Musée Océanographique de Monaco, un grand nombre de jeunes *Eledone aldrovandi* dont le poids variait de 1,5 à 9^g. J'ai fait l'étude du contenu de leurs sacs rénaux et j'ai pu constater que l'infestation par *Dicyemennea eledones* ne se produit pas avant que l'hôte ait atteint le poids de $2^g,5$. Dans des individus de 2,5 à 4^g, j'ai rencontré un certain nombre de nématogènes fondateurs à des stades divers dont un tout à fait larvaire.

La coiffe polaire de la larve possède 4 cellules propolaires *alternant* avec 4 métapolaires. Ces dernières sont suivies de 3 cellules parapolaires puis des cellules banales du tronc. La larve se termine à la partie postérieure

(1) Séance du 23 décembre 1935.

par une seule cellule uropolaire. Toutes ces cellules périphériques dont le nombre est égal à 26, sont pourvues de cils très longs et très fins. Toutes les cellules antérieures, y compris celles de la tête, contiennent de grosses boules éosinophiles qui ressemblent plutôt à des cellules phagocytées ou en voie de résorption qu'à des substances de réserve : il s'y trouve en effet des granules chromophiles qui ont l'allure de restes nucléaires. L'organisme possède 2 cellules axiales et, à la partie antérieure, dans l'axe de la calotte, un petit amas de cellules dégénérées dont les noyaux sont réduits à des granules chromatiques. Une autre cellule abortive se trouve dans le voisinage de la cellule uropolaire. La longueur de cette larve est de 75^{μ}.

Les principaux caractères du nématogène fondateur sont naturellement ceux de sa larve : 4 cellules propolaires alternant avec 4 métapolaires, 3 parapolaires et une seule uropolaire. Un certain nombre de noyaux périphériques dégénèrent. Les 2 cellules axiales se développent inégalement : l'antérieure devient deux à trois fois plus grande que la postérieure. Le noyau de l'axiale antérieure est au centre de la cellule, celui de l'axiale postérieure à l'extrémité postérieure de cette cellule. Dès les jeunes stades, on ne



Larve du nématogène fondateur de *Dicyemennea eledones*.
L'extrémité antérieure se trouve du côté gauche.

trouve plus la moindre trace des cellules abortives. Tous les noyaux ont un très gros caryosome. Enfin, le nématogène fondateur, au début de sa croissance, accumule, dans ses cellules périphériques, des réserves figurées d'autant plus abondantes qu'elles sont situées dans des cellules plus postérieures : le maximum de l'accumulation se produit dans la cellule uropolaire. Le nématogène fondateur peut atteindre $1^{mm},5$ et donne naissance uniquement à des nématogènes primaires.

Parmi les traits les plus remarquables de l'organisation de cette phase de *D. eledones*, je soulignerai :

1° la présence de cellules abortives à disposition axiale antérieure et postérieure : l'existence de telles cellules prouve que la stucture interne des phases vermiformes est le résultat de la simplification d'un organisme primitivement beaucoup plus compliqué;

2° le fait que la calotte possède une disposition cellulaire différente de celle des autres phases vermiformes de l'espèce qui présentent 4 propolaires et 5 métapolaires. Or la disposition des cellules polaires est le caractère spécifique le plus constant chez les phases vermiformes. Cela conduit à supposer que la cinquième cellule métapolaire des *Dicyemennea* a certainement une valeur morphologique différente de celle des quatre autres.

D'autre part les dégénérescences cellulaires que l'on observe au cours de la croissance du nématogène fondateur de *D. eledones* aboutissent à la constitution d'un organisme qui réalise un terme de passage frappant entre le nématogène fondateur plus compliqué de *Pseudicyema truncatum* et le nématogène primaire de cette même espèce.

PHYSIOLOGIE. — *Phénomènes anaphylactiques interchangeables.* Note (¹) de MM. **W. Kopaczewski** et **Stanislas Marczewski**, tranmise par M. Arsène d'Arsonval.

Charles Richet, dès le début de ses recherches sur l'anaphylaxie (²), a observé des phénomènes de choc à la suite de l'injection d'une substance autre que celle qui a servie à la sensibilisation. Il a souligné qu'il « ne faut pas, comme on le prétend souvent, dire que la vraie anaphylaxie exige la spécificité..., il y a une *anaphylaxie générale*, une sensibilisation de l'organisme à un poison, différent du poison donné en injection préparante » (p. 205). Cette observation de Richet, peu conforme à la doctrine régnante, n'a pas été approfondie, de sorte qu'aujourd'hui encore on considère les phénomènes de l'anaphylaxie comme rigoureusement spécifiques.

En 1931, nous avons publié les résultats de nos recherches concernant la possibilité de provoquer le choc anaphylactique par divers colloïdes de synthèse, chez des animaux sensibilisés avec un sérum hétérologue (³).

(¹) Séance du 23 décembre 1935.

(²) Ch. Richet, *L'anaphylaxie*, 1919, Paris, Alcan, éditeur.

(³) W. Kopaczewski et P. Carneiro, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1595; *Arch. internat. Physiol.*, **34**, 1931, p. 332.

Plus récemment, nous avons constaté que les animaux sensibilisés avec une albumine hétérologue réagissent par un choc à l'action d'une dépression atmosphérique ([1]). Au cours de ces dernières recherches, nous avons observé plusieurs phénomènes confirmant la thèse de non-spécificité des réactions anaphylactiques. Nous allons relater les résultats de ces recherches, en ce qui concerne la *sensibilisation par une dépression atmosphérique*. Un lot de 12 cobayes normaux ont subi dans un caisson pneumatique une dépression atmosphérique brusque, correspondant à l'ascension, en 10 minutes, à 10000^m d'altitude, suivie d'un retour à terre en 3 minutes. Le lendemain, ces cobayes ont été soumis, soit à l'action d'une injection d'albumine d'œuf, soit, tout simplement, à une ponction cardiaque suivie de prélèvement de 2$^{cm^3}$ du sang. Voici les faits observés :

Sensibilisation des cobayes par une dépression atmosphérique.

	Intervention.	Symptômes cliniques.
1-2.	Prélèvement par ponction cardiaque de 2$^{cm^3}$,0 du sang.............	Convulsions violentes et mort en quelques minutes.
3-6.	Id............................	Amaigrissement progressif; mort en 5 jours.
7.	Injection intraveineuse de 0$^{cm^3}$,5 d'ovalbumine à 0,5 pour 100....	Convulsions violentes; rémission; mort en 45 minutes.
8-9.	Id............................	Paralysie du train postérieur; polypnée; tremblements; rémission au bout de 10 minutes.
10-12.	Id............................	Démangeaisons; dyspnée légère; abaissement de la température centrale de 0,8°C.; survie.

On voit, par conséquent, que les cobayes ayant subi une action de dépression brusque réagissent d'une manière parfois violente, mais toujours nette, à l'action des facteurs déchaînants physiques (acte opératoire), ou chimique (protides), en se comportant, autrement dit, comme des animaux sensibilisés.

Ces données expérimentales permettent d'expliquer et d'avaliser certaines observations cliniques. Chez les individus sensibilisés, que nous avons proposé d'appeler des *instables humoraux* (asthmatiques, eczémateux, etc.) on a vu le déclanchement de choc par un acte opératoire (L. Bazy), par des irradiations diverses (Foveau de Courmelle). Pour des médecins

([1]) W. KOPACZEWSKI et S. MARCZEWSKI, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 568.

coloniaux, le coup de chaleur des tropiques ne serait, souvent qu'un accès palustre violent, déclenché par les rayons actiniques et calorifiques (Schweitzer). Rappelons, enfin que dès 1930, nous avons attiré l'attention des cliniciens sur le déclenchement des états de choc (asthme) par l'ionisation négative de l'atmosphère (1).

En résumé, les phénomènes anaphylactiques sont dépourvus de toute spécificité, biologique ou chimique : les facteurs physiques, chimiques ou biologiques sensibilisent les uns à l'action ultérieure des autres. L'anaphylaxie générale de Richet, géniale anticipation à l'époque, est confirmée par l'expérimentation méthodique et rigoureuse.

RADIOPHYSIOLOGIE. — *Sur le mode d'action des corps radioactifs sur les protéides.* Note (2) de M. **Jean Loiseleur**, présentée par M. Félix Mesnil.

Soumis au rayonnement d'un corps radioactif (radium, radon), les protéides sont *dénaturés* et *floculés*. Voici quelques points de cette transformation complexe :

I. Bien avant de permettre l'observation d'une floculation, la molécule protéique présente une altération profonde de ses propriétés chimiques et physico-chimiques.

Une dilution de sérum sanguin (extrait sec, 2 pour 100) est enfermée dans une ampoule scellée, de 5^{cm^3}, en présence de 49 millicuries de radon. On abandonne à 0° pendant trois mois, jusqu'à destruction subtotale du corps radioactif.

A ce moment, on constate (3) que le pH de la solution irradiée a diminué (de 6,9 à 3,8).

On est en droit de voir, dans cette acidification, déjà constatée par Wels (4) et Pannwitz (5), la conséquence d'une désamination. Une étude antérieure (6) a montré en effet que les acides aminés subissent, en présence

(1) W. Kopaczewski, *Bull. Soc. Thérapeutique*, 36, 1931, p. 315.

(2) Séance du 23 décembre 1935.

(3) A l'ouverture du tube, il se révèle une pression notable, due à la présence du mélange tonnant formé par la décomposition de l'eau sous l'effet du rayonnement.

(4) Wels, *Strahlenther.*, 16, 1926, p. 617.

(5) Pannwitz, *Arch. f. Klin. Chir.*, 143, 1926, p. 697.

(6) Loiseleur, *C. R. Soc. Biol.*, 114, 1933, p. 589.

du radon, une désamination en fonction de la quantité de corps radioactif mis en œuvre et de la nature de l'acide aminé. L'attaque de la molécule protéique se ramène ainsi à une hydrolyse, comme Mischtschenko [1] l'a constaté par une autre méthode et comme le montre encore la diminution de la viscosité [2] des solutions de protéines irradiés.

Cette hydrolyse de la molécule s'accompagne d'une altération de ses propriétés colloïdales. C'est ainsi que l'indice d'or de la gélatine isoélectrique (cendres = $0^{g},7$ pour 100) augmente après une exposition de 7 jours en présence de 100^{mg} de Ra (0,020 au lieu de 0,012 indice du témoin).

II. En présence d'électrolytes, cette hydrolyse s'accompagne d'une floculation directement observable.

Dans certaines conditions, la floculation peut se manifester très rapidement : dans une solution de collagène du tendon de la queue du rat (collagène de Nageotte), additionnée de 1/1000 de $AuCl^3$, une aiguille capillaire chargée de radon ($7^{mc},84$) est déjà entourée, après 90 minutes, d'un fuseau de floculats.

Cette nécessité de la présence d'un sel minéral, à faible concentration [3], pour la floculation, permet de dissocier deux actions, l'une primaire, d'hydrolyse de la molécule, l'autre, secondaire, de floculation, intéressant la micelle.

III. Les quantités de rayonnement utilisées dans les expériences précédentes semblent hors de comparaison avec les doses thérapeutiques. Pourtant, la floculation totale de 5^{cm^3} de sérum a été obtenue en 24 heures avec 20^{mc}, soit par une destruction de $3^{mc},2$. En rappelant que la *zone sensible* de *Saccharomyces ellipsoideus* a été trouvée égale à $0^{\mu},24$ par Holweck et Lacassagne [4], le volume équivalent a reçu, dans nos expériences, un rayonnement correspondant à la destruction de $4,5 \times 10^{-15}$ mc, quantité difficile à rapprocher des doses thérapeutiques, mais néanmoins du même ordre de grandeur [5].

---

(1) MISCHTSCHENKO, *Strahlenther.*, 30, 1928, p. 707.

(2) FAIRBROTHER, *British Journ. of Radiol.*, 1, 1928, p. 121.

(3) A une concentration élevée et proche de la saturation, l'électrolyte entraîne inversement une action protectrice, effet explicable par l'absorption du rayonnement par les ions introduits et par un mécanisme analogue à l'action des sels inertes sur la fluorescence (FR. PERRIN, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1121).

(4) HOLWECK et LACASSAGNE, *Radiophys. et Radiothér.*, 3, 1934, p. 215.

(5) D'après Holweck, on peut avoir une idée un peu plus précise en évaluant le nombre de trajectoires α qui doivent traverser, pendant la durée de l'expérience, un

En résumé, dans la floculation *in vitro* des protéides, sous l'action de corps radioactifs, le processus a lieu en deux phases distinctes : le protéide subit d'abord une hydrolyse le rendant apte à la floculation en présence d'électrolytes. On peut penser que les mêmes phénomènes se produisent dans l'action biologique des radiations, aboutissant à une microfloculation de la zone sensible.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le taux de croissance en fonction de la concentration de l'aliment dans une population de* Glaucoma piriformis *en culture pure*. Note (1) de M. **Jacques Monod**, présentée par M. Charles Pérez.

Lorsqu'une population croît dans un milieu confiné, celui-ci subit une série de modifications qui retardent et limitent la croissance. On peut, en première approximation, ne tenir compte que de deux facteurs : l'appauvrissement en aliments et l'accumulation des déchets toxiques.

Dans la plupart des cas, ces deux facteurs concourent ensemble au ralentissement et à l'arrêt de la croissance. Il est cependant possible d'étudier séparément leur action en choisissant convenablement les conditions expérimentales.

Il est évident que le rôle relatif des toxines et de l'aliment dépend essentiellement de la densité de la population. En faisant varier entre de larges limites la concentration initiale du milieu alimentaire, on devra obtenir des populations dont les densités maximales seront très différentes. Le rôle des toxines sera d'autant moindre que cette densité sera plus faible. Il doit exister une zone où le facteur d'appauvrissement alimentaire agit à l'état pur, et au moins théoriquement, une autre où seule l'accumulation des toxines limite la croissance. La difficulté, c'est de définir les limites de ces zones.

On peut aborder le problème de la façon suivante : il existe dans la croissance de presque toutes les populations une période pendant laquelle

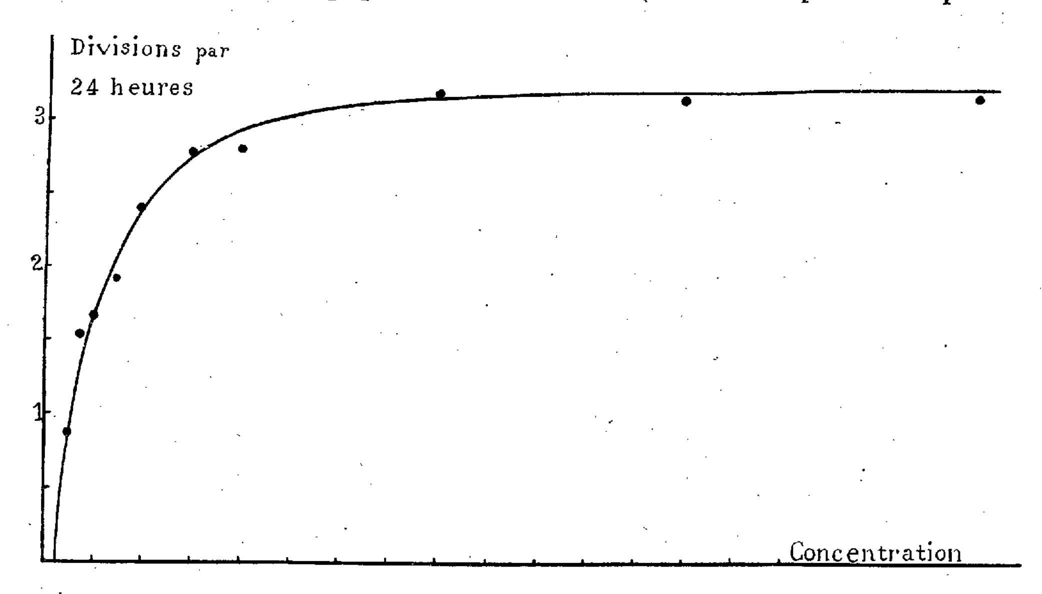
---

volume de liquide identique à la zone sensible, pour produire la floculation. On trouve 25 trajectoires. Comme les actions biologiques léthales sont produites en général par 4 ou 5 trajectoires, on voit que l'ordre de grandeur est respecté.

(1) Séance du 23 décembre 1935.

le rôle des toxines est certainement nul, c'est la phase exponentielle par laquelle débute la courbe de croissance.

On peut considérer, par définition, que pendant la période où le taux d'accroissement de la population est constant (c'est-à-dire pendant la phase



exponentielle), le milieu ne subit aucune modification appréciable. L'intensité de la croissance ne dépend alors que de la concentration initiale de l'aliment, variable au gré de l'expérimentateur.

On pourra obtenir ainsi une courbe de l'intensité de la croissance en fonction de la concentration de l'aliment.

Telle est la courbe, que nous reproduisons ici, obtenue en utilisant une population de *Glaucoma piriformis* en culture pure dans une solution de peptone (1).

Nous avons représenté en fonction de la concentration du milieu le taux moyen de division des Infusoires, estimé d'après la pente du graphique de la phase exponentielle qui est dans ce cas, longue et bien définie.

On voit que cette courbe se rapproche asymptotiquement d'une valeur qui est le taux maximum de division; il ne s'agit donc pas d'une fonction

(1) Nous donnerons ailleurs la technique employée. Il suffit de savoir que les cultures étaient faites dans diverses dilutions d'une solution de peptone maintenues à 24° dans un thermostat. La croissance était mesurée par des prélèvements sur lesquels on faisait des numérations dans une cellule de Nageotte.

linéaire, comme l'ont souvent supposé les théoriciens de la croissance [1].

Il importe de souligner que la valeur de ce taux maximum de croissance est indépendante de la nature du milieu de culture; elle est la même dans l'eau peptonée et dans des bouillons de divers organes. On peut donc considérer que la concentration alimentaire n'agit sur la vitesse de division que comme facteur limitant.

En outre la constance de ce taux maximum de croissance est un test de la méthode employée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Quelques sels organiques d'un acide diamino-quinone-disulfonique*. Note de Mlle **Yvonne Garreau**, présentée par M. Georges Urbain.

J'ai décrit sommairement [2] un diamino-quinone-disulfonate d'ammonium, $C^6O^2(NH^2)^2(SO^3NH^4)^2$, obtenu en oxydant par un courant d'air une solution contenant dans des proportions convenables, de l'hydroquinone, du sulfite d'ammonium, de l'ammoniaque et de l'hydroxyde cuivrique.

Voici une nouvelle propriété de ce composé, susceptible d'applications : en milieu acide, il donne des précipités bien cristallisés, plus ou moins solubles dans l'eau, avec un grand nombre de substances dont la molécule présente une ou plusieurs fonctions basiques, en particulier avec des substances d'intérêt biologique.

L'analyse élémentaire de plusieurs des composés formés montre qu'ils résultent du remplacement de 2^{mol} d'ammoniac dans le diamino-quinone-disulfonate d'ammonium par 2^{mol} de la substance basique expérimentée. Ce sont donc vraisemblablement des sels de l'acide diamino-quinone-disulfonique.

Technique. — On dissout 10^g de diamino-quinone-disulfonate d'ammonium dans 100^{cm^3} d'eau. A $1^{cm^3},5$ de cette solution (1/2000 mol.-gr.), maintenue tiède au bain-marie, on ajoute 1/1000 mol.-gr. de la substance à expérimenter, dissoute dans 1^{cm^3} d'un mélange d'acide chlorhydrique ($d = 1,19$) et de deux volumes d'eau.

---

(1) C'est l'hypothèse qu'exprime en particulier l'équation de Verhulst et celle de Volterra.

(2) *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 5e série, 1, 1934, p. 1563.

Quelquefois immédiatement (glycocolle, alanine), dans beaucoup de cas après plusieurs heures (cystine), des cristaux se déposent. On peut en général, après essorage, les faire cristalliser à nouveau dans l'eau chaude.

Composés expérimentés. — Parmi les substances familières aux biologistes et qui donnent des précipités dans les conditions indiquées, on doit citer :

1° des amino-acides aliphatiques ou isocycliques et certains de leurs dérivés : glycocolle, *d*-alanine, glycyl-glycine, *d*-alanyl-glycine, cystine, cystéine, asparagine, lysine, phényl-alanine, di-iodo-tyrosine (résultat négatif avec : *d*-valine, *l*-leucine, *l*-sérine, taurine, acide *l*-aspartique, acide *d*-glutamique, *d*-ornithine, *l*-tyrosine);

2° des composés du groupe de l'urée ou de la guanidine : urée, allantoïne, guanidine, créatine, créatinine (résultat négatif avec : méthylguanidine, diméthyl-guanidine, agmatine);

3° des combinaisons hétérocycliques du groupe de l'imidazol : histamine (résultat négatif avec l'histidine); du groupe de la pyrimidine : amino-uracile; du groupe de la purine : adénine, hypoxanthine, guanine (résultat négatif avec le groupe du pyrrol : *l*-proline, oxyproline);

4° des alcaloïdes animaux : colamine, neurine, putrescine, cadavérine, phényl-éthylamine, tyramine (résultat négatif avec la choline);

5° des alcoloïdes végétaux : strychnine, brucine (résultat négatif avec la codéine).

Enfin des substances, qu'on n'a pas rencontrées jusqu'ici dans les organismes vivants, forment des précipités cristallisés : l'hydroxylamine, l'hydrazine, la semi-carbazide, l'aniline, la phénylhydrazine.

On trouvera ci-dessous quelques descriptions détaillées.

Diamino-quinone-disulfonate de glycocolle :

$$C^6(NH^2)^2O^2(SO^3H, NH^2CH^2CO^2H)^2 + 2H^2O.$$

En présence d'acide chlorhydrique, dans les conditions indiquées, cette combinaison se dépose spontanément; au contraire, en l'absence d'acide, on n'observe aucune précipitation, même après 48 heures.

L'addition de germes ne produit alors aucun résultat, tandis qu'une goutte d'acide chlorhydrique provoque la formation immédiate du diamino-quinone-disulfonate de glycocolle.

Cependant il est remarquable que les cristaux obtenus, lavés à l'eau ne contiennent pas de chlore. On les purifie par cristallisation dans l'eau. Ils se présentent sous forme de paillettes rouges-orangées, se décomposant

rapidement sans fondre vers 240°, peu solubles dans l'eau froide, assez solubles dans l'eau chaude, insolubles dans les alcools méthylique et éthylique, l'acétone, l'éther, le benzène. Chauffés à 105°-110°, ces cristaux perdent lentement 2^{mol} d'eau. Le produit anhydre est alors très hygroscopique.

Analyse du produit anhydre. — Eau de cristallisation %, 7,83; C %, 27,19; H %, 3,58; N %, 12,23; S %, 14,12; (calculé pour $C^{10}H^{16}O^{12}N^4S^2$, eau %, 8,03; C %, 26,76; H %, 3,59; N %, 12,49; S %, 14,30).

Diamino-quinone-disulfonate de créatine :

$$C^6(NH^2)^2O^2(SO^3H, C^4H^9O^2N^3)^2 + 2H^2O.$$

Aiguilles jaunes, F. = 245-248° (avec décomposition), très peu solubles dans l'eau froide, assez solubles dans l'eau chaude, peu solubles dans l'alcool méthylique, insolubles dans les autres solvants usuels. Comme dans le cas du glycocolle ce produit ne contient pas de chlore, mais ne se forme qu'en milieu acide. Chauffés à 105-110°, les cristaux perdent 2^{mol} d'eau.

Analyse du produit anhydre. — Eau de cristallisation %, 6,42; C %, 30,29; H %, 4,29; N %, 20,65; S %, 11,48 (calculé pour $C^{14}H^{24}O^{12}N^8S^2$: eau %, 6,42; C %, 29,97; H %, 4,31; N %, 19,99; S %, 11,44).

Diamino-quinone-disulfonate d'adénine :

$$C^6(NH^2)O^2(SO^3H, C^5H^5N^5)^2 + 5H^2O.$$

Fines aiguilles orangées insolubles dans l'eau froide, solubles dans l'eau chaude, insolubles dans les autres solvants usuels. Malgré un chauffage prolongé à 105-110°, ce produit, après perte de 4^{mol} d'eau, en conserve encore une.

Analyse du produit amené à poids constant à 105-110°. — C %, 32,48; H %, 3,45; N %, 28,38; S %, 10,61 (calculé pour $C^{16}H^{18}O^9N^{12}S^2$: C %, 32,74; H %, 3,09; N %, 28,66; S %, 10,93).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La fermentation catalysée de quelques fructoholosides.* Note de M. **R. Guillemet**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

En présence de levure, le raffinose, le gentianose et le stachyose abandonnent par action de la sucrase leur molécule de fructose, qui subit la fermentation alcoolique. Dans les mêmes conditions, la lévosine ne fer-

mente pas en solution aqueuse (1); il en irait autrement dans la pâte boulangère (2).

Il existe en effet des catalyseurs de la fermentation alcoolique et à ce sujet von Euler et ses collaborateurs ont signalé sous le nom de facteur Z, un activateur, présent notamment dans l'eau de macération de levure, capable d'accroître la vitesse de fermentation des glucides et spécialement du maltose (3), d'une quantité qui dépend de la nature de la levure utilisée.

Nous avons suivi des fermentations de raffinose, de gentianose, de stachyose et de lévosine (4), en solution à 1 pour 100 contenant ou non du jus de macération de levure Fala, lequel multiplie par trois environ la vitesse de fermentation du maltose par cette même levure. Nous avons déterminé aussi bien l'alcool produit (5) que le gaz carbonique dégagé (6).

Raffinose. — En l'absence de facteur Z, la levure ne s'attaque qu'à la molécule de fructose détachée par la sucrase; d'ailleurs la fermentation des dernières parties de fructose semble pénible. Par contre, en présence d'eau de levure, il est possible de faire fermenter *la totalité du mélibiose*.

Gentianose. — En l'absence de toute autre substance, la levure entame déjà la molécule de gentiobiose. Si l'on ajoute du facteur Z, la fermentation du gentiobiose continue, mais n'est jamais totale : les plus fortes quantités d'alcool (7) et de gaz carbonique que nous avons obtenues ne correspondent qu'aux 2/3 environ du gentianose initial.

Stachyose. — En partant d'une solution de stachyose, contenant une faible dose de levure, on obtient les quantités d'alcool et de gaz carbonique

(1) Ch. Tanret, *Bull. Soc. Chim.*, 5, 1891, p. 724-731.

(2) R. Geoffroy, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 17, 1935, p. 848-851; H. Colin et H. Belval, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2032.

(3) L. Genevois et M. Pawloff, *Ann. Brass. et Dist.*, 1933, p. 321-325 et 337-341.

(4) Le raffinose employé est un produit Poulenc; le gentianose et le stachyose proviennent de la collection du Laboratoire de Physique végétale du Muséum national d'Histoire naturelle; la lévosine avait été préparée par Ch. Tanret.

(5) Le dosage de l'alcool a été effectué par la méthode de Nicloux. Nous aurons prochainement l'occasion de montrer que dans un milieu de fermentation exempt d'aldéhyde on ne dose ainsi aucun des autres intermédiaires de la fermentation alcoolique.

(6) Nous montrerons par ailleurs que les quantités équimoléculaires d'alcool et de gaz carbonique que l'on obtient correspondent, dans nos conditions expérimentales, à 80 pour 100 seulement de la quantité de glucide fermentée.

(7) Dans ces fermentations en présence d'eau de levure, on constate, après que la limite est atteinte, une disparition lente d'alcool, alors que la quantité de gaz carbonique reste inchangée.

exactement correspondantes au fructose de tétraholoside, et le résultat n'est pas changé pour des durées croissantes. En présence d'eau de levure, la fermentation continue lentement jusqu'à atteindre 50 pour 100 environ de la quantité de stachyose mise en expérience.

Lévosine. — La fermentation en l'absence du facteur Z est extrêmement lente; néanmoins, il apparaît *certainement* de petites quantités d'alcool et de gaz carbonique dans le milieu. En présence d'eau de levure, le résultat le plus élevé que nous avons obtenu correspond à 30 pour 100 de glucide disparu en 24 heures. Dans les mêmes conditions expérimentales, la lévosine semble fermenter un peu plus péniblement que les résidus des autres fructoholosides.

En utilisant la technique d'obtention de l'eau de levure, nous avons effectué des macérations de longue durée, soit de farine naturelle, soit de farine fixée dans l'alcool fort bouillant et débarrassée ensuite de cet alcool (1). La préparation la plus active que nous avons obtenue, *qui quadruplait la vitesse de fermentation du maltose par la levure* Fala et qui semblait, par conséquent, au moins aussi riche en facteur Z que l'eau de levure, était loin de donner les mêmes résultats que cette dernière pour la fermentation des fructoholosides : c'est à peine si le mélibiose, le gentiobiose et le manninotriose sont entamés de quelques pour 100. En ce qui concerne la lévosine, les quantités les plus élevées de gaz carbonique que nous avons obtenues en 24 heures correspondent à une fermentation de 10 pour 100 de cette substance au maximum.

On peut déduire de ces faits que dans la pâte boulangère la fermentation de la lévosine a de fortes chances d'être extrêmement lente, et que ce fructoholoside n'entre que pour une quantité fort petite dans le stock glucidique immédiatement fermentescible des farines sur lequel nous avons insisté dans une publication antérieure (2).

Le dosage des glucides réducteurs résiduels au cours de nos expériences n'a jamais fait apparaître un dédoublement préalable des fructoholosides en hexoses par des fructoholosidases; le phénomène présente les caractères d'une fermentation de maltose et non d'une fermentation de saccharose.

---

(1) Les préparations étaient préalablement fermentées complètement par une faible dose de levure, puis la levure tuée par la chaleur et le liquide filtré. Néanmoins, des essais à blanc nous ont toujours permis de soustraire les faibles quantités d'alcool et de gaz carbonique provenant de l'autofermentation des liqueurs obtenues.

(2) R. Guillemet, *Académie d'Agriculture de France* (Extrait des Procès-verbaux de la séance du 10 juillet 1935).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la synthèse de la 2'.6'-dioxy-4'-méthoxy-β-phénylpropiophénone, retirée de l'essence de* Populus balsamifera L. Note de MM. **Albert Goris** et **Henri Canal**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons isolé de l'essence de *Populus balsamifera* L. ([1]) un corps $C^{16}H^{16}O^{4}$, pour lequel nous avons proposé une formule de constitution, que nous justifions aujourd'hui en reproduisant synthétiquement ce composé.

En utilisant la méthode de préparation des cétones aromatiques de Hoesch ([2]), E. Klarmann ([3]) a obtenu, par condensation du nitrile phénylpropionique avec le phloroglucinol, la trioxyphénylpropiophénone (F = 140°).

Nous avons répété ses essais en apportant quelques modifications de détail et avons obtenu le même composé $C^{15}H^{14}O^{4}$.

L'amide phénylpropionique (F. = 98°), obtenu par déshydratation du phénylpropionate d'ammoniaque, a été transformé en nitrile par chauffage avec de l'oxychlorure de phosphore. Le nitrile (ébull. 170° sous 65^{mm}) a été condensé avec le phloroglucinol, en suivant les indications de Klarmann :

Dans une solution dans l'éther anhydre, de nitrile phénylpropionique et de phloroglucinol, on fait passer après addition de chlorure de zinc fondu pulvérisé, un courant de gaz chlorhydrique sec pendant 4 heures ; il se sépare un produit huileux dense. Après abandon pendant 24 heures à la glacière, l'agitation de ce produit huileux avec de l'acide chlorhydrique concentré provoque la séparation du chlorhydrate cristallisé de la cétoimide. Ce chlorhydrate soluble dans l'eau est hydrolysé par ébullition de la solution aqueuse pendant une demi-heure.

En présence d'une quantité d'eau bouillante suffisante, la 2'-4'-6'-trioxy-β-phénylpropiophénone se dissout et cristallise par refroidissement en fines aiguilles faiblement colorées en jaune (F. = 141° corr.), donnant en solution aqueuse avec le chlorure ferrique dilué une coloration violet rouge.

([1]) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1435.
([2]) K. Hoesch, *Ber. chem. Gesell.*, 48, 1915. p. 1122.
([3]) E. Klarmann, *Journ. Amer. Chem. Soc.*, 482, 1926, p. 2364.

Cette trioxyphénylpropiophénone qui est soluble en donnant des solutions jaune vif dans les alcalis, les carbonates neutres alcalins, l'acide sulfurique concentré, donne, après méthylation par le sulfate neutre de méthyle, la 2'-6'-dioxy-4'-méthoxy-β-phénylpropiophénone. Après recristallisation dans l'alcool à 30°, elle se présente en fines aiguilles jaune pâle anhydres (F. = 168°).

Comme le corps naturel, elle possède une très grande résistance à la saponification alcaline; elle donne comme lui après ébullition avec l'acide chlorhydrique concentré de l'acide phénylpropionique et du métoxyphloroglucinol. L'action de l'acide iodhydrique ($d = 1,7$) bouillant est en tous points comparable, avec en plus la déméthylation habituelle due à ce réactif; aussi isole-t-on, dans ce cas, du phloroglucinol à côté de l'acide phénylpropionique.

L'identité du corps synthétique et du corps naturel (F. 168°) isolé des bourgeons de Peuplier a été, en outre, démontrée : 1° par le test du point de fusion du mélange des deux produits (F. 168°); 2° par l'identité des spectres de fluorescence et des spectres d'absorption dans l'ultraviolet; 3° par les résultats analytiques suivants :

	C %.	H %.	OCH^3 %.	H actifs.	OH %.
Corps naturel.........	70,68	6,10	11,61	1,97	12,36
Corps synthétique.....	70,76	5,92	11,55	2,18	13,63
Calculé pour $C^{16}H^{16}O^4$.	70,58	5,88	11,40	2	12,50

La constitution, de ce fait établie, permet de le considérer comme une 2'.6'-dioxy-4'-méthoxydihydrochalcone : *la 2'.6'-dioxy-4'-méthoxy-β-phénylpropiophénone*

C—CH²—CH²—CO—C
HC CH OH—C 6' 1' 2' COH
HC CH HC 5' 4' 3' CH
CH C—OCH³

Aucun doute ne peut subsister en ce qui concerne la position du groupe méthoxyle s'il est exact, comme l'affirme Zerewitinoff [1], que les oxydriles placés en ortho, par rapport au groupe —CO—, ne se laissent pas facilement alkyler.

(1) ZEREWITINOFF, *Ber. chem. Gesell.*, 41, 1908, p. 2233.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Variations de la pression osmotique et de la taille des molécules d'hémocyanine au cours du jeûne prolongé (estivation ou hibernation) chez divers* Helix. Note [1] de Mme **Andrée Roche** et M. **Jean Roche**, présentée par M. Alexandre Desgrez.

Au cours de recherches poursuivies en collaboration avec G. S. Adair et M. E. Adair [2] nous avons constaté que la pression osmotique et, par conséquent, le poids moléculaire de l'hémocyanine d'*Helix pomatia* cristallisée présente des différences selon l'époque de l'année à laquelle elle a été récoltée. Il nous a semblé qu'il y aurait intérêt à entreprendre de nouvelles recherches en vue de préciser la nature et l'amplitude de ce phénomène, et d'étendre celles-ci au cas de l'estivation d'*Helix pisana*.

Les expériences ont porté, d'une part, sur l'hémocyanine d'*Helix pisana* pendant et après estivation des animaux, d'autre part sur le pigment sanguin d'*Helix pomatia* avant et après hibernation. Environ un millier d'*Helix pisana* ont été récoltés après un jeûne estival de trois mois. Une moitié a été saignée immédiatement. L'autre a été placée dans une atmosphère humide et alimentée pendant deux semaines, après quoi le sang des animaux a été prélevé. Par ailleurs, trois cents *Helix pomatia* ont été saignés au début de l'hiver, et un lot de même importance a été soumis à l'hibernation à basse température pendant cinq mois, temps au bout duquel leur homocyanine a été préparée. Le sang a été prélevé par ponction cardiaque et l'hémocyanine cristallisée par la méthode de Dhéré (dialyse prolongée à 0°). La pression osmotique π de l'hémocyanine, dissoute dans une solution tampon de phosphates alcalins M/15 à pH = 6,8

$$(0{,}5\,M/15\,PO^4H^2K + 0{,}5\,M/15\,PO^4HNa^2),$$

a été mesurée par la méthode d'Adair [3]. Le poids moléculaire M de chaque préparation a été calculé au moyen de la formule

$$M = \frac{10\,RT}{\pi_0},$$

---

[1] Séance du 23 décembre 1935.

[2] G. S. Adair, H. E. Adair, A. Roche et J. Roche, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1456; J. Roche, A. Roche, G. S. Adair et M. E. Adair, *Bioch. Journ.*, **29**, 1935, p. 2576-2587.

[3] A. Roche, *Bull. Soc. Chim. biol.*, **17**, 1935, p. 704-744.

où π_0, déterminé par extrapolation, correspond à la valeur de π pour des solutions infiniment diluées. A 0° et à 760^{mm}Hg,

$$10\,RT = 170\,330, \quad \text{et} \quad M = \frac{170\,330}{\pi_0}.$$

L'ensemble des résultats obtenus est rassemblé dans le tableau ci-dessous où C est égale à la concentration en hémocyanine en grammes pour 100$^{cm^3}$ de solution, p la pression osmotique observée exprimée en millimètres de Hg à 0°, $\pi = p/C$ la pression osmotique par unité de concentration.

Variations de la pression osmotique π et du poids moléculaire M *de l'hémocyanine d'*Helix pisana *en fonction de l'estivation et d'*Helix pomatia *en fonction de l'hibernation.*

État des animaux.	C (gr. °/₀).	p (mm. Hg).	$\pi = \frac{p}{C}$.	M.
		Hémocyanine d'*Helix pisana*.		
En estivation (après 3 mois de jeûne)	1,33	0,50	0,37	500000
	1,32	0,55	0,42	($\pi_0 = 0,34$)
	1,11	0,37	0,34	
Alimentés après estivation	0,80	0,19	0,24	850000
	0,70	0,12	0,18	($\pi_0 = 0,20$)
	0,83	0,20	0,24	
	0,79	0,16	0,20	
		Hémocyanine d'*Helix pomatia*.		
Avant hibernation	6,94	0,72	0,10	2400000
	5,01	0,39	0,08	($\pi_0 = 0,07$)
En hibernation [1] (après 5 mois de jeûne)	8,95	1,76	0,20	1130000
	6,41	1,18	0,18	($\pi_0 = 0,15$)
	4,31	0,68	0,16	

L'examen de ces résultats permet les conclusions suivantes :

1° Les hémocyanines d'animaux appartenant à des espèces du même genre peuvent présenter des poids moléculaires différents.

2° Au cours de l'estivation et de l'hibernation, la pression osmotique des pigments étudiés double sensiblement, la taille des particules du chromoprotéide diminuant alors de moitié. Ces modifications peuvent être dues

(1) Chez des animaux du même lot alimentés pendant 15 jours après le jeûne hivernal, on n'a pas observé de modification importante dans le poids moléculaire de l'hémocyanine. Il semble que le retour à une taille normale des molécules soit, dans ce cas, beaucoup plus lent qu'après estivation. Celle-ci correspond d'ailleurs à des conditions de jeûne beaucoup moins rigoureuses.

soit à une dépolymérisation réelle de l'hémocyanine, soit à l'apparition dans l'hémolymphe de particules plus petites de pigment néoformé.

3° Les modifications observées ont pour résultat d'augmenter la pression oncotique de l'hémolymphe, et, par là, de favoriser la rétention d'eau dans ce milieu.

Ces faits démontrent la possibilité de la participation directe de molécules protéiques à la régulation osmotique du milieu intérieur. Il est permis de penser que l'épictèse (Lapicque) est due, en partie tout au moins, à des phénomènes de cet ordre.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Essais de vaccination avec les rickettsias du virus murin I de Tunis.* Note de Mme **Hélène Sparrow**, transmise par M. Charles Nicolle.

On sait comment R. Weigl a réussi la culture des *Rickettsia Provazeki* dans l'intestin des poux. On connaît aussi le parti merveilleux qu'il a tiré de ces cultures pour la préparation d'un vaccin dont la valeur est reconnue.

Étant donné le caractère particulier de notre virus murin I du port de Tunis, il était intéressant de chercher comment il se comporterait dans les mêmes conditions de culture. Bien que le pou ne soit pas le vecteur habituel de ce virus (nous avons vu, en effet, sur deux cas d'infection expérimentale, que les poux, nourris sur l'homme atteint de ce typhus, ne sont pas infectés), nous avons réussi, en suivant la méthode de Weigl, deux séries de passages par poux de notre virus.

La première série s'est trouvée arrêtée au 6e passage par la mort de tous les poux, survenue le 6e jour de l'inoculation.

La deuxième série a été suivie jusqu'au 16e passage. Elle a été arrêtée cette fois volontairement. Elle a été commencée par l'inoculation aux poux de la suspension du cerveau d'un rat du 56e passage de virus murin I. Les passages successifs par poux ont été effectués au bout de 10, 8, 5 jours et, ensuite régulièrement tous les 4 jours.

Le développement des rickettsias, assez lent et restreint au cours des premiers passages, est devenu excessivement abondant à partir du 4e et il a nécessité des passages très rapprochés, car l'infection tuait les poux au bout de 3-4 jours.

A chaque passage, les poux ont été disséqués stérilement. Leurs intestins étaient broyés puis additionnés d'eau physiologique. Le produit décanté constituait une suspension pure de rickettsias.

INOCULATION PAR VOIE PÉRITONÉALE AUX COBAYES ET RATS. — A chaque passage, la suspension de rickettsias a été inoculée à divers animaux. Nous avons perdu, accidentellement, ceux inoculés aux premiers passages. Nous présentons la série de 6 cobayes et 8 rats inoculés, par voie péritonéale, du 4ᵉ au 16ᵉ passages de notre virus par poux. Les doses variaient de 5 à 10 intestins par animal. L'inoculation n'a été suivie d'aucune réaction fébrile pendant les 25 jours de l'observation. Deux mois après, les animaux ont été éprouvés par injection intrapéritonéale du virus historique pour les cobayes et du virus murin I pour les rats.

Sur 6 cobayes éprouvés : 4 se sont montrés réfractaires, 1 a réagi par une fièvre abortive, 1 a fait le typhus.

Sur 5 rats éprouvés : 4 se sont montrés réfractaires, 1 seul a fait le typhus.

INOCULATION SOUS-CUTANÉE AU SINGE. — *Mac. rhesus*, inoculé sous la peau au 7ᵉ passage, avec une suspension de 10 intestins, très riche en rickettsias. Il n'a pas réagi. Son Weil-Felix est passé de 80 à 320 (11ᵉ jour).

Éprouvé, cinq semaines plus tard, par inoculation sous-cutanée du virus historique, il s'est montré réfractaire.

EXPÉRIENCE D'INSTILLATION. — Nous avons également pratiqué l'instillation de nos rickettsias, par voies nasale et conjonctivale, à une série de rats et de cobayes. Aucune réaction fébrile, consécutive à l'instillation, n'a été observée. Malheureusement, nous n'avons pu éprouver que 3 cobayes. Ils se sont montrés réfractaires à l'épreuve avec le virus historique.

La même suspension de rickettsias, instillée dans les yeux d'un jeune homme à Weil-Felix négatif, n'a provoqué aucune réaction, ni fébrile, ni sérologique.

CONCLUSIONS. — *Ces expériences montrent que le virus murin I des rats du port de Tunis, inoculé aux poux par la méthode de Weigl, se développe dans les intestins sous la forme classique de rickettsias.*

Ce développement, relativement lent aux premiers passages, s'accélère au cours des passages suivants et amène, alors, la mort des poux en 3-4 jours.

Le virus murin I, sous la forme de rickettsias cultivées chez les poux, n'a plus donné de maladie apparente aux animaux d'expériences, mais il a gardé son pouvoir vaccinant.

La vaccination a pu être acquise non seulement par injections sous-cutanée ou intrapéritonéale, mais encore *par instillation* de rickettsias (voies oculaire ou nasale).

Une expérience sur l'homme a montré l'innocuité des rickettsias du virus murin I instillées dans les yeux.

Le peu de virulence actuel des rickettsias du virus murin I, passées par poux, pour les animaux et pour l'homme s'ajoute aux particularités de ce virus déjà décrites.

Réflexions au sujet de la Note précédente de Mme Sparrow,
par M. **Charles Nicolle**.

Un fait important me paraît ressortir de la Note précédente : l'atténuation du virus murin I des rats du port de Tunis pour les animaux d'expérience (cobaye) à la suite de son passage par le pou.

Il est légitime de penser que le même phénomène se produit par rapport à l'homme.

S'il en est bien ainsi, on peut espérer qu'il sera possible d'obtenir, par ce procédé, des souches nouvelles de ce virus. Elles pourront être employées à sa place, moins dangereusement que lui, comme vaccin vivant.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Existence en France d'un nouvel hématozoaire du bœuf :* Eperythrozoon Wenyoni. Note de MM. **Jean Cuillé**, **Paul-Louis Chelle** et **Francis Berlureau**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

En 1934, Adler et Ellenbogen ont découvert à Jérusalem, dans le sang d'un veau splénectomisé, un nouvel hématozoaire appartenant au genre *Eperythrozoon*, qu'ils ont appelé *E. Wenyoni*.

Au cours de nos recherches sur l'anaplasmose, nous avons trouvé ce parasite sur un bovin de notre pays. Il a été identifié par MM. Donatien et Lestoquard, de l'Institut Pasteur d'Alger.

Il s'agit d'une vache provenant de la région toulousaine inoculée le 6 avril 1935 avec 50^{cm^3} de sang d'un animal suspect d'anaplasmose bovine. Le 2 mai, soit 26 jours après l'inoculation, l'animal fait un accès typique d'anaplasmose avec hyperthermie, présence de nombreux parasites dans le sang, lésions de destruction et de régénération globulaire. En même temps que des anaplasmes, le sang renferme un certain nombre de formations qui s'en distinguent par un certain nombre de caractères.

Ce sont des corpuscules à contours généralement arrondis, parfois irréguliers; un certain nombre pourvus d'un espace clair central, affectent la forme d'un anneau. Leur coloration rose pâle les différencie nettement des anaplasmes qui ont, au contraire, une teinte bleu foncé. Leur diamètre est plus faible ils ne dépassent guère un demi-μ. Enfin, tandis que les anaplasmes sont des formations intraglobulaires situées à la périphérie du

globule et en saillie sur celui-ci, ces corpuscules siègent les uns, ce sont les plus nombreux, à la surface des hématies, les autres en dehors des hématies, dans le plasma. Cette description correspond à celle d'*E. Wenyoni* donnée par Adler et Ellenbogen.

L'accès parasitaire à *Eperythrozoon* a évolué parallèlement à l'accès anaplasmique. Il a duré du 2 au 28 mai avec de nombreuses variations d'un jour à l'autre. A partir du 28 mai, les parasites ont disparu à peu près complètement du sang circulant, en même temps que les anaplasmes.

Au cours de l'évolution de la maladie, on a noté une hyperthermie très marquée (41°) avec une anémie intense se traduisant par une diminution considérable du taux des globules rouges (7200000 le 6 avril, 2000000 le 11 mai) et par des signes hématologiques de destruction et de régénération globulaire, accompagnés d'un amaigrissement considérable.

Toutefois, il est vraisemblable que la plupart de ces manifestations ne doivent pas être rapportées à *Eperythrozoon*, mais plutôt à l'infestation concomittante et sévère par *Anaplasma marginale*.

La séance est levée à 16^h.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 22 juillet 1935.)

Note de MM. *M. Tiffeneau*, *P. Weill*, *J. Gutman* et *B. Tchoubar*, Transpositions moléculaires en série cyclanique. Extension et raccourcissement de cycles :

Page 278, dernière ligne, *au lieu de* migration de Ar, *lire* migration de H.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE NOVEMBRE 1935.

Bijdrage Tot de Kennis van de reactie van Pasteur, par JOHANNES CORNELIS HOOGERHEIDE. Leiden, A. W. Sijthoff's Uitgeversmij N. V.; 1 vol. 24^{cm},5.

Onderzoekingen over de Biersarcina, par RUDOLPH HETSERUS MEES. Groningen, Drukkerij Gebrœders Hoitsema; 1 vol. 24^{cm}.

Bijdrage Tot de Kennis van Het Cokesvormingsproces, par HENDRICK KOOPMANS. Wageningen, H. Veenman et Zonen, 1935; 1 vol. 24^{cm}.

— *Schaduwoormingen Herkenbaarheid*, par METSKE KRUIJSWIJK.

— *Toepassing van Absorptiespectra bij chemisch-Technisch Onderzœk*, par LEONARDUS JOHANNES NICOLAAS VAN DER HULST.

— *Beoordeeling van de waarde van Fungicide Stoffen voor Houtconserveering*, par JACOB VAN DEN BERGE.

— *Theoretische beschouwingen over het wasschen van steenkolen*, par JOHANNES SIGBERTUS VICTOR JOSEPHUS SPÉE.

— *Fotografische ontwikkelaars*, par MARTIEN CHRISTIAAN FREDERIK BEUKERS.

— *Cyclische aethers gevormd door condensatie van pyrocatechol met aldehyden en Ketonen*, par GOVERT SLOOFF.

— *De Spreiding en de Electrische potentiaal aan Grensvlakken*, par JACOB JOHAN DE HAAS.

— *Eenige Toepassingen van de Dielectrische Constante in de Chemie*, par P. COHEN HENRIQUEZ.

— *Onderzoekingen over Kwalitatieue Analyse*, par GERRITJE DULFER. Delft, N. V. Techn. Bœkhandel en Drukkerij J. Waltman Jr.; 9 vol. 24^{cm}.

Dioxaan en derivaten, par F. PH. A. TELLEGEN. Delft, Gedrukt door W. D. Meinema, 1934; 1 vol. 24^{cm},5.

Rapporti tra Tuberculosi e Diabete. Studio clinico-sperimentale, par PIER NICOLA GREGORACI. Napoli, Raffaele Contessa et Fratelli, 1927; 1 vol. 26^{cm}.

Les collections géologiques du Musée d'histoire naturelle et de la Faculté des sciences de Caen, par A. BIGOT. Bayeux, R. P. Colas, 1935; 1 fasc. 24^{cm},5.

(*A suivre.*)

FIN DU TOME DEUX CENT ET UNIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1935.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 201.

1° PARTIE SCIENTIFIQUE.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

II. — PARTIE ACADÉMIQUE.

A

B

C

D

E

F

H

M

N

P

S

U

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

U

V

W

Y

Z

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS
Quai des Grands-Augustins, 55
103533-36